

S/n 10/053,698
act unit 1745



日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年 8月 6日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-238216

[ST.10/C]:

[JP2001-238216]

出 願 人

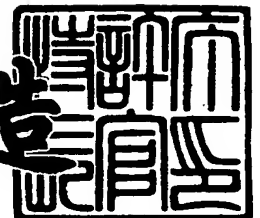
Applicant(s):

カシオ計算機株式会社

2002年 1月25日

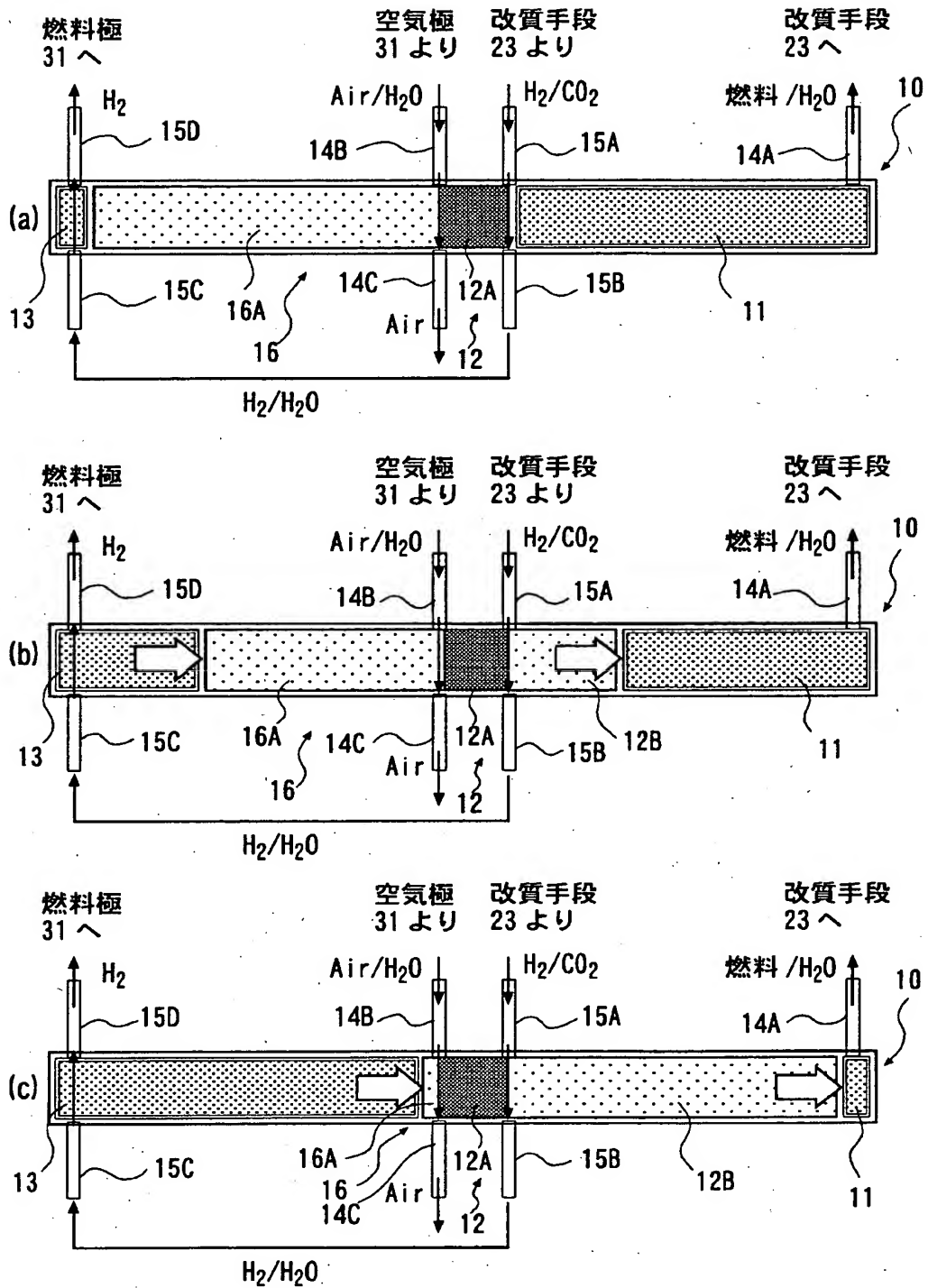
特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造

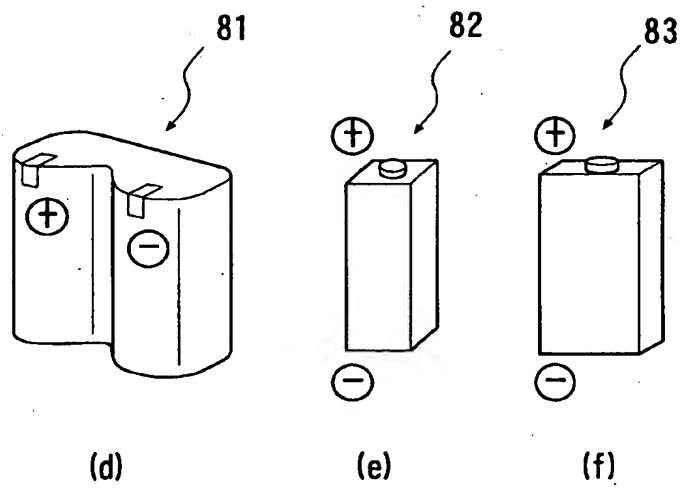
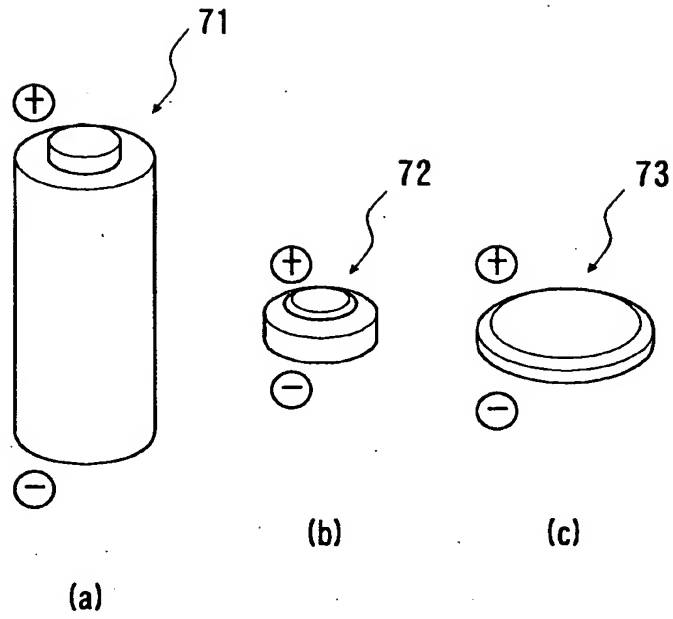


出証番号 出証特2002-3001113

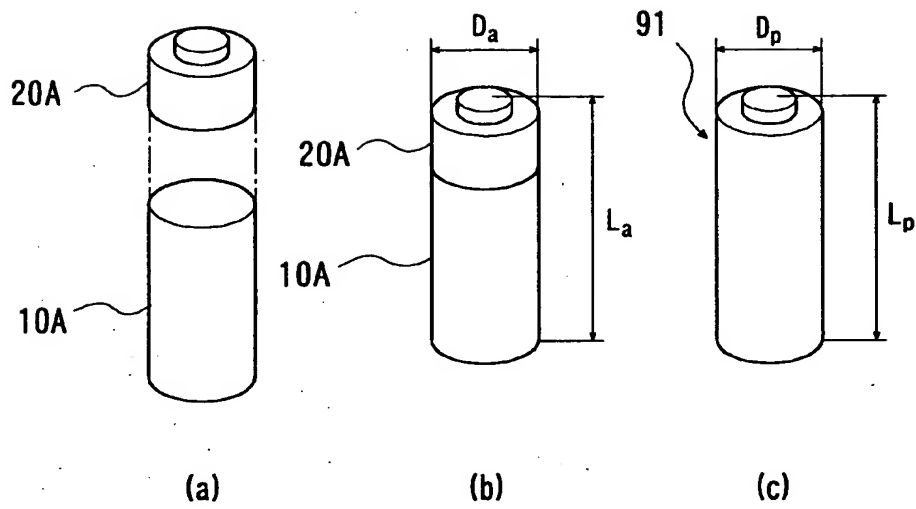
【図 8】



【図 9】



【図 1 0】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

燃料電池をポータブル電源に適用する場合に、パワー密度とエネルギー資源の利用効率の高い電源システムに用いられる発電用部材を提供する。

【解決手段】

発電用部材は、発電用燃料が封入された燃料パック 1 0 と、該燃料パック 1 0 から供給される発電用燃料に基づいて、電気エネルギーを発生する発電モジュール 2 0 と、を有して構成される。発電モジュール 2 0 には、該発電用燃料を、水素ガスを主成分の 1 種として含有する混合ガスに変換する水蒸気改質反応器（燃料改質器） 2 3 b と、この混合ガスに含まれている一酸化炭素ガスを除去する一酸化炭素除去手段である水性シフト反応器 2 3 c と、もう 1 つの一酸化炭素除去手段である選択酸化反応器 2 3 d と、が設けられている。また、燃料パック 1 0 には、上記混合ガスから二酸化炭素ガスを吸着する二酸化炭素吸着手段 1 2 が設けられている。

【選択図】 図 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000001443]

1. 変更年月日 1998年 1月 9日

[変更理由] 住所変更

住 所 東京都渋谷区本町1丁目6番2号

氏 名 カシオ計算機株式会社

【書類名】 特許願

【整理番号】 01-0561-00

【提出日】 平成13年 8月 6日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01M 8/06

【発明者】

【住所又は居所】 東京都青梅市今井 3 - 1 0 - 6 カシオ計算機株式会社
青梅事業所内

【氏名】 塩谷 雅治

【特許出願人】

【識別番号】 000001443

【氏名又は名称】 カシオ計算機株式会社

【代理人】

【識別番号】 100090033

【弁理士】

【氏名又は名称】 荒船 博司

【選任した代理人】

【識別番号】 100093045

【弁理士】

【氏名又は名称】 荒船 良男

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 027188

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 発電用部材

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 発電用燃料により発電する発電システムに用いられる発電用部材において、

前記発電用部材は、

(a) 水素を含む液体もしくは気体を有する前記発電用燃料が封入された燃料容器を備えた燃料封入部、

(b) 該燃料封入部から供給される前記発電用燃料を、水素ガス及び二酸化炭素ガスを主成分として含有する第一のガスに変換する改質手段と、第一のガスに含有された水素ガスを用いて電気エネルギーを発生する燃料電池と、を有する発電モジュール、

(c) 該発電モジュールに対して前記燃料封入部を交換自在に接続する接続部、の少なくともいずれか一つ以上を備え、

さらに前記改質手段から送出された第一のガスに含有される二酸化炭素ガスを選択的に吸収して、前記第一のガスより二酸化炭素濃度が低められた第二のガスを前記燃料電池側に送出するための二酸化炭素吸収手段を備えることを特徴とする発電用部材。

【請求項 2】 前記二酸化炭素吸収手段が前記燃料封入部、前記発電モジュール及び前記接続部のうちの一つに設けられているか、もしくは、前記発電用部材が前記燃料封入部、前記発電モジュール及び前記接続部の内の二つ以上を備え、且つ前記二酸化炭素吸収手段が前記燃料封入部、前記発電モジュール及び前記接続部のうちの二つ以上に設けられていることを特徴とする発電用部材。

【請求項 3】 前記燃料封入部に前記二酸化炭素吸収手段が配置され、前記接続部に前記改質手段から送出される第一のガスを前記発電モジュールから前記燃料封入部に送出する経路と、前記二酸化炭素吸収手段から送出される第二のガスを前記燃料封入部から前記発電モジュールに送出する経路とを有することを特徴とする請求項 1 または 2 記載の発電用部材。

【請求項 4】 前記二酸化炭素吸収手段は、選択的に二酸化炭素を吸収する

二酸化炭素吸収剤として酸化カルシウムもしくは水酸化カルシウムを有することを特徴とする請求項 1 ～ 3 いずれか一つに記載の発電用部材。

【請求項 5】 前記二酸化炭素吸収手段は、発熱反応により二酸化炭素を化学的に吸収するものとされ、

前記改質手段における前記発電用燃料の第一のガスへの変換が加熱を必要とするものとされ、

前記二酸化炭素吸収手段で発生する熱を前記改質手段に供給することを特徴とする請求項 1 ～ 4 のいずれか一つに記載の発電用部材。

【請求項 6】 前記改質手段における発電用燃料の反応が、水素ガスを発生する反応と、前記反応とともに発生する一酸化炭素を二酸化炭素に変換する反応とからなり、これら反応の間に、前記二酸化炭素吸収手段による二酸化炭素ガスの吸収を行なうことを特徴とする請求項 1 ～ 5 のいずれか一つに記載の発電用部材。

【請求項 7】 前記燃料電池から排出される排出物のうち少なくとも水を選択的に吸収する選択的排出物吸収剤を有する排出物回収手段を備え、

前記選択的排出物吸収剤が酸化カルシウムとされ、該酸化カルシウムが水と反応して水酸化カルシウムとなることにより水を吸収するとともに、前記水酸化カルシウムを前記二酸化炭素吸収手段の前記二酸化炭素吸収剤として用いることを特徴とする請求項 4 記載の発電用部材。

【請求項 8】 前記排出物回収手段により回収されて送出される水を選択的に吸収する水吸収剤で水を保持する排出物保持手段を備え、

前記二酸化炭素吸収手段の水酸化カルシウムに第一のガスを接触させて、二酸化炭素ガスと水酸化カルシウムとを反応させて炭酸カルシウムと水とを生成させるとともに、該水を第二のガスとともに、前記排出物保持手段に送出し、該排出物保持手段に水を吸収させて第二のガスを燃料電池に送出することを特徴とする請求項 7 記載の発電用部材。

【請求項 9】 前記燃料封入部に、前記排出物保持手段、前記排出物回収手段、前記二酸化炭素吸収手段及び前記燃料容器がそれぞれ体積を変更可能に順番に並んで配置され、

前記燃料容器は、燃料を前記発電モジュールの前記改質手段に送出する送出部を有し、

前記燃料容器に隣接して前記二酸化炭素吸収手段が配置され、かつ、該二酸化炭素吸収手段は、水酸化カルシウム層と、該水酸化カルシウム層に前記改質手段から送出される第一のガスを導入するガス導入部と、水酸化カルシウムと二酸化炭素ガスが反応した際に生成する水と第二のガスとを導出する水・水素ガス導出部とを有し、

前記二酸化炭素吸収手段の水酸化カルシウム層に隣接して前記排出物回収手段が配置され、かつ、該排出物回収手段は、前記水酸化カルシウム層に隣接するように配置される酸化カルシウム層と、該酸化カルシウム層に前記燃料電池から排出される水を導入する水導入部とを有し、

前記排出物回収手段に隣接して前記排出物保持手段が配置され、かつ、該排出物保持手段は、前記水吸収剤と、該水吸収剤に前記水・水素ガス導出部から送出された水及び第二のガスを導入する水・水素ガス導入部とを有し、前記排出物保持手段が水を吸収することにより膨張して、前記排出物回収手段及び前記二酸化炭素吸収手段を前記燃料容器側に押して前記燃料容器からの燃料送出を補助するとともに、前記酸化カルシウム層の未反応領域を前記水導入部側に押し出し、前記水酸化カルシウムの未反応領域を前記ガス導入部側に押し出すことを特徴とする請求項 8 記載の発電用部材。

【請求項 10】 水の吸収が発熱反応とされ、発生する熱を前記燃料電池から排出される水の経路の凍結防止に利用することを特徴とする請求項 7～9 のいずれか一つに記載の発電用部材。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、電源システムに用いられる発電用部材に関し、特に、エネルギーの利用効率が高い可搬型の電源システムに用いられる発電用部材に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、民生用や産業用のあらゆる分野において、様々な化学電池が使用されている。例えば、アルカリ乾電池やマンガン乾電池等の一次電池は、時計やカメラ、玩具、携帯型の音響機器等に多用されており、我が国に限らず、世界的な観点からも最も生産数量が多く、安価かつ入手が容易という特徴を有している。

【0003】

一方、ニッケル・カドミウム蓄電池やニッケル・水素蓄電池、リチウムイオン電池等の二次電池は、近年普及が著しい携帯電話や携帯情報端末（PDA）、デジタルビデオカメラやデジタルスチルカメラ等の携帯機器に多用されており、繰り返し充放電ができることから経済性に優れた特徴を有している。また、二次電池のうち、鉛蓄電池は、車両や船舶の起動用電源、あるいは、産業設備や医療設備における非常用電源等として利用されている。

【0004】

ところで、近年、環境問題やエネルギー問題への関心の高まりに伴い、上述したような化学電池の使用後の廃棄に関する問題やエネルギー変換効率の問題がクローズアップされている。

とくに、一次電池においては、上述したように、製品価格が安価で入手が容易なうえ、電源として利用する機器も多く、しかも、基本的に一度放電されると電池容量を回復することができない、一回限りの利用（いわゆる、使い捨て）しかできないため、年間の廃棄量が数百万トンに上っている。ここで、化学電池全体では、リサイクルにより回収される比率は、概ね20%程度に過ぎず、残りの80%程度が自然界に投棄または埋め立て処理されている、とする統計資料もあり、このような未回収の電池に含まれる水銀やインジウム等の重金属による環境破壊や、自然環境の美観の悪化が懸念されている。

【0005】

また、エネルギー資源の利用効率の観点から上記化学電池を検証すると、一次電池においては、放電可能エネルギーの概ね300倍のエネルギーを使用して生産されているため、エネルギー利用効率が1%にも満たない。これに対して、繰り返し充放電が可能で経済性に優れた二次電池であっても、家庭用電源（コンセント）等から充電を行う場合、発電所における発電効率や送電損失等により、エ

エネルギー利用効率が概ね 1 2 % 程度にまで低下してしまうため、必ずしもエネルギー資源の有効利用が図られているとは言えなかった。

【 0 0 0 6 】

そこで、近年、環境への影響が少なく、かつ、3 0 ~ 4 0 % 程度の極めて高いエネルギー利用効率を実現することができる、いわゆる、燃料電池が注目され、車両用の駆動電源や家庭用のコジェネレーションシステム等への適用を目的として、あるいは、上述したような化学電池の代替えを目的として、実用化のための研究、開発が盛んに行われている。なお、燃料電池の具体的な構成等については、発明の詳細な説明において詳述する。

【 0 0 0 7 】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、今後、燃料電池等のエネルギー利用効率が高い発電用部材を小型軽量化して、可搬型又は携帯型のポータブル電源、例えば、上述したような化学電池の代替え（互換品）として適用するためには、さまざまな問題がある。

【 0 0 0 8 】

具体的には、水素を吸蔵する合金から水素を放出させ、この水素により発電する発電システムでは、水素吸蔵合金の単位体積当たりの発電能力（パワー密度）やエネルギーが低い、という問題点があった。また有機系化学燃料を、直接燃料電池に供給する従来の燃料直接型発電システムでも、パワー密度や出力が低い、という問題点があった。

【 0 0 0 9 】

一方、メタノールやメタンガス等の有機系化学燃料から水素を生成する燃料改質器から水素を燃料電池に供給する燃料改質型発電システムは上記水素吸蔵合金型発電システムや燃料直接型発電システムに比べて、燃料容器の単位容量当たりのエネルギー量が高いという利点がある。しかし、上記水蒸気燃料改質器と酸素-水素燃料電池を組み合わせた燃料改質方式の発電システムでは、トータルのパワー密度とエネルギー利用効率において、両者の利点を十分に活かすことができなかった。

【 0 0 1 0 】

すなわち、有機系化学燃料は燃料改質器によって水素ガス以外に二酸化炭素ガス等の副生成物が生じてしまい、水素ガス及び二酸化炭素ガスを主成分とする混合ガスを単に燃料電池に供給したのでは発電に寄与する水素ガスの濃度が低いために発電効率が低下するという問題点がある。また、混合ガスには少量ながら一酸化炭素ガスが副生成物として含まれており、この一酸化炭素ガスが燃料電池の特性に大きな悪影響をもたらすという問題点もある。

【 0 0 1 1 】

さらに、水蒸気燃料改質器自体の体積も相俟って、従来知られている前記発電システムは、可搬型又は携帯型のポータブル電源とするには十分なパワー密度が得られなかった。

【 0 0 1 2 】

そこで、本発明は、上述した問題点に鑑み、燃料電池を用いた発電用部材をポータブル電源として適用する場合に、十分なパワー密度とエネルギー利用効率を安価で得られる発電用部材を提供することを目的とする。

【 0 0 1 3 】

【課題を解決するための手段】

本発明に係る発電用部材は、(a) 水素を含む液体もしくは気体を有する発電用燃料が封入された燃料容器を備えた燃料封入部、(b) 該燃料封入部から供給される前記発電用燃料を、水素ガス及び二酸化炭素ガスを主成分として含有する第一のガスに変換する改質手段と、第一のガスに含有された水素ガスを用いて電気エネルギーを発生する燃料電池と、を有する発電モジュール、(c) 該発電モジュールに対して前記燃料封入部を交換自在に接続する接続部、の少なくともいずれか一つ以上を備え、さらに前記改質手段から送出された第一のガスに含有される二酸化炭素ガスを選択的に吸収して、前記第一のガスより二酸化炭素濃度が低められた第二のガスを前記燃料電池側に送出するための二酸化炭素吸収手段とを備えることを特徴としている。

【 0 0 1 4 】

すなわち、電源システムにおいて、燃料封入部に封入、充填された水素を含む発電用燃料は、まず、改質手段で水素 (H_2) - 二酸化炭素 (CO_2) 混合ガス (

第一のガス)に変換される。この第一のガスは、二酸化炭素吸収手段で二酸化炭素ガスが吸収、除去されて水素ガスを主成分とする第二のガスとなり、この第二のガスが水素-酸素燃料電池(燃料電池)へ供給される。第二のガスは水素ガス濃度が高いために、この燃料電池の発電効率は発電用部材が二酸化炭素吸収手段を有さない場合よりも大いに改善される。よって、この燃料電池を、パワー密度とエネルギー利用効率が高く、且つ、制御の容易な、可搬型又は携帯型のポータブル電源として適用することができる。また、副生成物が燃料封入部、発電モジュール、或いは接続部内に保持されて、発電用部材外部への排出、又は漏出が抑制されるので、副生成物によるデバイスの動作不良や劣化等を防止することができる。

【0015】

ここで、二酸化炭素吸収手段を、二酸化炭素吸着後も無害であり、そのまま自然界に廃棄しても、環境に負担を与えない二酸化炭素吸収剤で構成してもよい。これにより、この二酸化炭素吸収手段を、使用後にそのまま自然界に廃棄しても、自然環境の破壊もしくは汚染を引き起こすことがない。

【0016】

また、燃料封入部が、発電モジュールに対して着脱可能に構成され、かつ、交換可能に構成されていることにより、燃料封入部に封入された発電用燃料がなくなった(又は、少なくなった)ときに、燃料封入部を発電モジュールから取り外して新たな燃料封入部に交換することができるので、燃料封入部をあたかも汎用の化学電池のように簡便に使用することができる。

【0017】

それに加えて、前記燃料封入部に前記二酸化炭素吸収手段が配置され、前記接続部に前記改質手段から送出される第一のガスを前記発電モジュールから前記燃料封入部に送出する経路と、前記二酸化炭素吸収手段から送出される第二のガスを前記燃料封入部から前記発電モジュールに送出する経路とを有することを特徴としてもよい。

【0018】

これにより、発電用燃料がなくなった(又は、少なくなった)燃料封入部を新

しい燃料封入部と交換することで、同時に二酸化炭素吸着量の上限に達した（又は、二酸化炭素吸着能力が低下した）二酸化炭素吸収手段を交換することができる。

【0019】

さらに、前記二酸化炭素吸収手段は、選択的に二酸化炭素 (CO_2) を吸収する二酸化炭素吸収剤として酸化カルシウム (CaO) もしくは水酸化カルシウム ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) を有することを特徴としてもよい。

【0020】

これにより、二酸化炭素吸着手段をきわめて安価に作製することができるとともに、二酸化炭素の吸収、除去を簡便に行なうことができる。また、この二酸化炭素吸収手段を使用後に自然界へ投棄しても、自然環境を破壊もしくは汚染することはない。

【0021】

また、前記二酸化炭素吸収手段は、発熱反応により二酸化炭素を化学的に吸収するものとされ、前記改質手段における前記発電用燃料の第一のガスへの変換が加熱を必要とするものとされ、前記二酸化炭素吸収手段で発生する熱を前記改質手段に供給することとしてもよい。

【0022】

すなわち、本発明に係る発電用部材では、二酸化炭素の吸収で発生した反応熱を、改質手段における第一のガス発生に利用してもよい。これにより、発電用部材自体の消費エネルギーを削減できるので、発電用部材全体の実質的な出力とエネルギー利用効率を大幅に改善することができる。

【0023】

さらに、前記改質手段における発電用燃料の第一のガスへの変換が水素ガスを発生する反応と、前記反応とともに発生する一酸化炭素を二酸化炭素に変換する反応とからなり、これら反応の間に、前記二酸化炭素吸収手段による二酸化炭素ガスの吸収を行なうこととしてもよい。

【0024】

燃料電池に供給される水素ガスに副生成物として一酸化炭素が混入していると

、燃料電池の燃料極の触媒が被毒して燃料電池の発電特性に悪影響が及ぶ。よって、改質手段でこの一酸化炭素を二酸化炭素に変換すれば、燃料極の被毒が回避され、発電用部材の出力及びエネルギー利用効率が大幅に向上する。また、上記水素を発生する反応と上記一酸化炭素を二酸化炭素に変換する反応の間で二酸化炭素の吸収を行なえば、一酸化炭素の変換を効率良く行なえるので、さらに発電用部材の出力及びエネルギー利用効率が向上するとともに、改質手段を簡素化することができる。なお、第一のガスから二酸化炭素を吸収後、一酸化炭素を二酸化炭素に変換した場合の第二のガスの二酸化炭素濃度はきわめて低いので、この二酸化炭素が燃料電池の発電効率を低下させることはない。

【 0 0 2 5 】

また、前記燃料電池から排出される排出物のうち少なくとも水を選択的に吸収する選択的排出物吸収剤を有する排出物回収手段を備え、前記選択的排出物吸収剤が酸化カルシウムとされ、該酸化カルシウムが水と反応して水酸化カルシウムとなることにより水を吸収するとともに、前記水酸化カルシウムを前記二酸化炭素吸収手段の前記二酸化炭素吸収剤として用いることとしてもよい。

【 0 0 2 6 】

すなわち、水素ガス (H_2) と酸素ガス (O_2) の電気化学的反応により、燃料電池の空気極で生成した廃棄物のうち、水 (H_2O) が排出物回収手段で酸化カルシウム (CaO) と反応することにより回収されて水酸化カルシウム ($Ca(OH)_2$) となる。この水酸化カルシウムは二酸化炭素吸収手段の二酸化炭素吸収剤として利用される。

【 0 0 2 7 】

酸化カルシウムで上記水を回収することで、排出物回収手段を簡素、かつ安価に作製することができる。また、選択的排出物吸収剤を二酸化炭素吸収剤として再利用することで、発電システム全体をコンパクトに作製することができる。

【 0 0 2 8 】

さらに、前記排出物回収手段により回収されて送出される水を選択的に吸収する水吸収剤で水を保持する排出物保持手段を備え、前記二酸化炭素吸収手段の水酸化カルシウムに第一のガスを接触させて、二酸化炭素ガスと水酸化カルシウム

とを反応させて炭酸カルシウムと水とを生成させるとともに、該水を第二のガスとともに、前記排出物保持手段に送出し、該排出物保持手段に水を吸収させて第二のガスを燃料電池に送出することとしてもよい。

【 0 0 2 9 】

すなわち、第一のガスが二酸化炭素吸収手段に導入されることで、第一のガスは水素ガスを主成分とする第二のガスと水の混合物となり、排出物保持手段でこの混合物から水が除去されて第二のガスだけが燃料電池へと送出される。ここで、二酸化炭素吸収の際に生成する水は、上述のように、燃料電池の空気極で生成した水に由来している。

【 0 0 3 0 】

これによれば、燃料電池の空気極で生成した水は、排出物回収手段と二酸化炭素吸収手段を経て、最終的に燃料電池の燃料極と接続した排出物保持手段で保持される。これにより、上記水を確実に保持することで、水が発電用部材の外部に漏出することを防止できる。

【 0 0 3 1 】

これに加えて、前記燃料封入部に、前記排出物保持手段、前記排出物回収手段、前記二酸化炭素吸収手段及び前記燃料容器がそれぞれ体積を変更可能に順番に並んで配置され、前記燃料容器は、燃料を前記発電モジュールの改質手段に送出する送出部を有し、前記燃料容器に隣接して前記二酸化炭素吸収手段が配置され、かつ、該二酸化炭素吸収手段は、水酸化カルシウム層と、該水酸化カルシウム層に前記改質手段から送出される第一のガスを導入する混合ガス導入部と、水酸化カルシウムと二酸化炭素ガスが反応した際に生成する水と第二のガスとを導入する水・水素ガス導出部とを有し、前記二酸化炭素吸収手段の水酸化カルシウム層に隣接して前記排出物回収手段が配置され、かつ、該排出物回収手段は、前記水酸化カルシウム層に隣接するように配置される酸化カルシウム層と、該酸化カルシウム層に前記燃料電池から排出される水を導入する水導入部とを有し、前記排出物回収手段に隣接して前記排出物保持手段が配置され、かつ、該排出物保持手段は、前記水吸収剤と、該水吸収剤に前記水・水素ガス導出部から送出された水及び第二のガスを導入する水・水素ガス導入部とを有し、前記排出物保持手段

が水を吸収することにより膨張して、前記排出物回収手段及び前記二酸化炭素吸収手段を前記燃料容器側に押しつけて前記燃料容器からの燃料送出を補助するとともに、前記酸化カルシウム層の未反応領域を前記水導入部側に押し出し、前記水酸化カルシウムの未反応領域を前記混合ガス導入部側に押し出すこととしてもよい。

【0032】

すなわち、排出物保持手段が水を吸収して膨張することにより、排出物回収手段の酸化カルシウム層と、二酸化炭素吸収手段の水酸化カルシウム層とを燃料容器側へ押し出すために、燃料容器が押圧される。これにより、燃料容器に充填、封入された発電用燃料は送出部を通じて効果的に発電モジュールへ送出される。

【0033】

また、排出物回収手段の水酸化カルシウム層側にある酸化カルシウム (CaO) は水導入部から導入された水 (H_2O) を吸収して水酸化カルシウム ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) に変化した後、廃棄物回収手段の膨張によって、すみやかに二酸化炭素吸収手段の水酸化カルシウム層へ押し出される。これにより、排出物回収手段の酸化カルシウムを効率良く水の回収に利用できるとともに、水の回収で生成した水酸化カルシウムを効率良く二酸化炭素吸着手段へ移行することができる。

【0034】

さらに、第一のガスが水酸化カルシウム層の燃料容器側の端部で水酸化カルシウム ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) と触れることで二酸化炭素ガス (CO_2) を除去することができる。また、二酸化炭素ガスの吸着で生成した炭酸カルシウム (CaCO_3) は、排出物回収手段の膨張によって燃料容器側へ押し出され、燃料容器を押圧する。これにより、二酸化炭素吸収手段に予め充填された水酸化カルシウムと、排出物回収手段で生成した水酸化カルシウムを効率良く二酸化炭素ガスの吸収、除去に利用することができる。

【0035】

また、二酸化炭素除去で生成した水と第二のガスを導出する水・水素ガス導出部を、混合ガス導入部と同一直線上に、かつ、最短距離をおいて設けることにより、水素ガスが燃料封入部内に拡散することなく、二酸化炭素の除去を効率良く

行なうことができる。

【0036】

また、水の吸収が発熱反応とされ、発生する熱を前記燃料電池から排出される水の経路の凍結防止に利用することとしてもよい。

【0037】

これにより、発電システム自体の消費するエネルギーを増加させることなく水の経路の凍結を防ぐことができるので、発電システム自体の消費するエネルギーを抑制して、発電システムの出力とエネルギー利用効率をさらに向上させることができる。

【0038】

【発明の実施の形態】

以下、本発明にかかる電源システムに用いられる発電用部材の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

<第一の実施形態>

図1は、本発明に係る発電用部材を含むの第一の実施形態を示すブロック図である。本実施形態に係る発電用部材は、図1に示すように、大別して、発電用燃料（燃料）等が封入された燃料パック（燃料封入部）10と、燃料パック10に対して着脱自在に接続され、この燃料パック10から供給された燃料を用いて電気エネルギーを発生（発電）する発電モジュール20等から構成される。前記燃料パック10には燃料容器11、二酸化炭素吸収手段12、排出物保持手段13、接続部14等が設けられている。また、前記発電モジュール20には、燃料電池21、動作制御部22、改質手段23、空気制御部24、副電源部25、排出物回収手段26等により構成される。

【0039】

以下、各構成について、具体的に説明する。

（A）燃料パック（燃料封入部）10

燃料容器11は、メタノールやブタンのように、その組成に水素を含んだ液体（又は、液化）化合物又は気体化合物、並びに水を有する燃料が充填、封入された密閉性の高い燃料貯蔵容器であって、上記発電モジュール20に対して、着脱

可能に結合された構造を有している。燃料容器 1.1 に封入された発電用燃料は、燃料パック 1 0 が発電モジュール 2 0 に結合された状態でのみ、改質手段 2 3 を介して、燃料電池 2 1 により負荷 3 4 に出力される電気エネルギーを生成するために必要な所定の供給量に取り込まれる。

【0040】

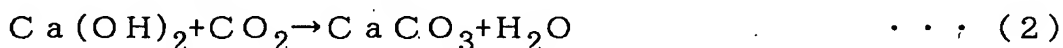
二酸化炭素吸収手段 1 2 は、後述する改質手段 2 3 で、燃料容器 1 1 より導入された燃料が化学的に変換されて生成した水素 (H_2) - 二酸化炭素 (CO_2) 混合ガス (第一のガス) から、選択的に二酸化炭素ガスのみを除去する。具体的には、燃料パック 1 0 が発電モジュール 2 0 に接続された状態でのみ、改質手段 2 3 で発生した第一のガスを導入し、この第一のガスから二酸化炭素 (CO_2) を除去することで抽出された水素ガス (H_2) を主成分とする第二のガスを、燃料電池 2 1 へ送出するように構成されている。

【0041】

また、二酸化炭素吸収手段 1 2 には、二酸化炭素吸収剤が充填されている。二酸化炭素吸収剤としては、改質手段 2 3 で発生した水素 - 二酸化炭素混合ガスから選択的に、二酸化炭素のみを吸着するとともに、二酸化炭素を吸着することで、自然界に投棄、埋め立て、もしくは焼却しても有害物質や環境汚染物質を発生することのない物質へ変化する物質を用いる。

【0042】

上記二酸化炭素吸収剤としては、例えば酸化カルシウム (CaO) 若しくは水酸化カルシウム ($Ca(OH)_2$) を用いる。これらの物質は、反応化学式 (1) 若しくは (2) に示す反応によって、上記混合ガスから選択的に二酸化炭素を除去する。



【0043】

酸化カルシウム (CaO)、及び水酸化カルシウム ($Ca(OH)_2$) はきわめて安価な物質である。また、これらの物質を用いた二酸化炭素吸収手段は、二酸化炭素ガス (CO_2) の吸着に際して、高温、高圧等の条件を必要としない。し

たがって、これらの物質を二酸化炭素吸収剤として用いることにより、本実施形態に係る燃料パック 10 をきわめて安価、且つコンパクトに作製することができる。

【0044】

また、反応化学式 (1)、(2) に示す反応で生成する炭酸カルシウム (CaCO_3) は、人体や自然環境に対して無害な物質であるとともに、自然界に投棄、埋め立て、若しくは焼却しても有害な物質を発生しない。したがって、酸化カルシウム、又は水酸化カルシウムを有した二酸化炭素吸収手段 12 を備えた燃料パック 10 は、使用後、環境に悪影響を及ぼすことなく処理することができる。

【0045】

なお、反応化学式 (1) 及び (2) に示す反応は発熱反応であるので、二酸化炭素吸収手段 12 は、二酸化炭素吸着に伴って発生した熱を、後述する改質手段 23 等に供給する構造を有してもよい。これにより、本実施形態に係る発電用部材のエネルギー利用効率をより高めることができる。

【0046】

排出物保持手段 (排出物保持手段) 13 は、後述する発電モジュール 20 において電気エネルギーを発生する際に生成し、排出される副生成物のうち、排出物回収手段 26 により分離、回収された特定の成分又は物質のみを保持する。具体的には、後述するが、燃料パック 10 が発電モジュール 20 に結合された状態でのみ、発電モジュール 20 の燃料電池 21 における電気化学反応で電気エネルギーが発生する際に生成する水 (H_2O) や場合によってはごく微量の窒素酸化物 (NO_x)、硫黄酸化物 (SO_x) 等の副生成物 (特定の成分又は物質) の全て、又は、これらの一部が、排出物保持手段 13 (又は、燃料パック 10) の外部に漏出又は排出しないように、不可逆的に保持するよう構成されている。

【0047】

ここで、水 (H_2O) は常温常圧下では液体なので、排出物保持手段 13 及び燃料パック 10 の気圧を高めて液化するための手段は特に必要ない。しかし、ガソリン等の燃料を適用して電気エネルギーを発生する際に生成する恐れのある窒素酸化物 (NO_x) 及び硫黄酸化物 (SO_x) の気化点は、常圧で概ね常温よりも

きわめて低いので、これらの副生成物ガスの量が多く、排出物保持手段 1 3 内で回収した水に溶解きれない分が排出物保持手段 1 3 の容積を超える恐れがある場合には、排出物保持手段 1 3 及び排出物回収手段 2 6 内の気圧を高くすることによりこれらの副生成物ガスを液化し、副生成物の体積を縮小することで排出物保持手段 1 3 に収容する。

【 0 0 4 8 】

したがって、排出物保持手段 1 3 に適用される構成としては、上記特定の成分又は物質を不可逆的に吸収、吸着固定、定着等することができるように、水吸収剤（例えば、吸収ポリマー）や逆止弁等を備えていることが好ましい。

【 0 0 4 9 】

接続部 1 4 は、燃料パック 1 0 及び発電モジュール 2 0 を着脱可能に結合する構成を有する。また、接続部 1 4 は、燃料パック 1 0 及び発電モジュール 2 0 が、接続部 1 4 を介して結合されている状態でのみ、燃料パック 1 0 から発電モジュール 2 0 に発電用燃料が供給されるとともに、発電モジュール 2 0 から燃料パック 1 0 へ電気エネルギー発生に伴って生成する副生成物の特定の成分が排出され、燃料パック 1 0 と発電モジュール 2 0 の間でガスの授受が行なわれる。具体的には、例えば、燃料パック 1 0 側に設けられた後述する送出口 1 4 A、水導入部 1 4 B、混合ガス導入部 1 5 A 及び水・水素ガス送出口 1 5 B が、非可逆、又は可逆に封密されており、発電モジュール 2 0 の接続に伴ってこれらの封密が解除される（破れる）構成を適用することにより、発電モジュール 2 0 との結合前、あるいは、使用途中での結合解除時における燃料や廃棄物の漏出を防止でき、より安全な発電用部材を実現することができる。送出口 1 4 A は、燃料パック 1 0 内に挿入されている送出管（図示せず）に連結されており、燃料パック 1 0 を発電モジュール 2 0 に装着すると毛細管現象により送出管及び送出口 1 4 A を経て動作制御部 2 2 及び副電源部 2 5 に燃料を送出しようとするが、燃料電池 2 1 が駆動していない場合は、動作制御部 2 2 のバルブが閉じられており、副電源部 2 5 のみに燃料が供給される。そして、負荷 3 4 が待機（オフ）状態からメイン機能の起動する状態へのシフトにともない変位する電位を電源システムの正極及び負極を介してモニタリング手段 1 7 が検知し、動作制御部 2 2 に起動信号

を送信すると、動作制御部 2 2 が副電源部 2 5 の電力により起動して送出口 1 4 A のバルブを開放し燃料が供給され、改質手段 2 3 への所定量の燃料の送出を開始するように設定されている。

【0 0 5 0】

なお、燃料容器 1 1、二酸化炭素吸収手段 1 2、排出物保持手段 1 3、送出口 1 4 A、水導入部 1 4 B、混合ガス導入部 1 5 A、水素送出口 1 5 B の具体的な構成及び作用については、後述する。

【0 0 5 1】

上述の燃料パック 1 0 の具体的な外形形状としては、例えば、図 2 に示すようにシート状に形成したものをロール状に巻いたものとする。この場合、後述するように発電用部材を汎用の化学電池とほぼ同じ外形形状に形成することが容易となる。

なお、本発明に係る燃料パック 1 0 の外形形状は上記の形状に限らない。

【0 0 5 2】

ここで、燃料パック 1 0 は、人為的な加熱・焼却処理や薬品・化学処理等を行った場合でも、有機塩素化合物（ダイオキシン類；ポリ塩化ジベンゾパラジオキシン、ポリ塩化ジベンゾフラン）や塩化水素ガス、重金属等の有害物質、環境汚染物質の発生が少ない、又は、抑制された材料により構成されているものであってもよい。

【0 0 5 3】

また、本実施形態に係る発電用部材に用いられる発電用燃料としては、少なくとも、発電用の燃料が封入された上記燃料パック 1 0 が、自然界に投棄又は埋め立て処理されて、大気中や土壌中、水中に漏れ出した場合であっても、自然環境に対して汚染物質とならず、かつ、後述する発電モジュール 2 0 の燃料電池 2 1 において、高いエネルギー変換効率で電気エネルギーを発生することができる燃料、具体的には、メタノール、エタノール、ブタノール等のアルコールからなる液体化合物や、ジメチルエーテル、イソブタン、天然ガス（L P G）等の炭化水素ガス、水素ガス等の気体化合物を良好に適用することができる。

【0 0 5 4】

このような構成を有する燃料パック 1 0 及び発電用燃料によれば、本実施形態に係る発電用部材において電気エネルギーを発生する際に生成する副生成物が、燃料パック 1 0 内に設けられた排出物保持手段 1 3 に不可逆的に保持されるので、仮に、自然環境や、発電用部材が接続されるデバイスに対して有害な副生成物（ NO_x 、 SO_x 、 H_2O 等）が生成した場合であっても、該副生成物が発電用部材の外部に排出されることがないので、大気汚染、地球温暖化等の環境への影響や、デバイスの漏電による電子部品の劣化、接触不良等の発生を抑えることができる。

【 0 0 5 5 】

(B) 発電モジュール 2 0

図 3 は本実施形態に係る発電モジュールに適用される改質手段 2 3 の構成例を示すブロック図であり、図 4 は、本実施形態に係る発電モジュール 2 0 に適用される燃料電池 2 1 の構成例を示す概略構成図である。

発電モジュール 2 0 は、図 1 に示すように、待機状態（オフ状態）の負荷 3 4 に待機電力を供給する副電源部 2 5 と、副電源部 2 5 の電力で駆動し、利用者が負荷 3 4 の起動スイッチをオンすることにより変位する電位を電源システムの正極及び負極を介して検知するモニタリング手段 1 7 と、負荷 3 4 が待機状態から起動状態に移行するときにモニタリング手段 1 7 から送信される起動信号を受信すると送出口 1 4 A との間のバルブを開放して燃料パック 1 0 から燃料が供給され、改質手段 2 3 への所定量の燃料及び副電源部 2 5 からの電力の一部を供給開始する動作制御部 2 2 と、表面に活性触媒が付着され、延在方向に対して直行する方向の断面での縦横の長さがともに $500\text{ }\mu\text{m}$ 以下の蛇行した形状であって、気化した燃料が導通する流路、及び動作制御部 2 2 から供給された電力により流路内の燃料を過熱するためのヒータを備え、ヒータの熱及び活性触媒により燃料から改質された水素と副生成物として生じた二酸化炭素とを二酸化炭素吸収手段 1 2 に供給する改質手段 2 3 と、燃料パック 1 0 の二酸化炭素吸収手段 1 2 から供給される水素ガスを用いて、電気化学反応により、少なくとも、発電用部材に接続された負荷 3 4 に対して、駆動電源（電圧／電流）となる電気エネルギーを発生し出力する燃料電池 2 1 と、発電燃料の電気化学反応に要する空気を大気か

ら取り込んで、燃料電池 2 1 等に供給する空気制御部 2 4 と、燃料電池 2 1 における電気エネルギー発生の際に生成する副生成物のうち、特定の成分又は物質のみを燃料パック 1 0 内に設けられた排出物保持手段 1 3 に不可逆的に回収、保持する排出物回収手段 2 6 と、を有して構成されている。

【 0 0 5 6 】

動作制御部 2 2 は、例えば副電源部 2 5 で発生する電気エネルギー（動作電源）により動作し、モニタリング手段 1 7 により得られる、本実施形態に係る電源システムに接続された負荷 3 4 の駆動状態に関する情報（負荷駆動情報）に基づいて、後述する燃料電池 2 1 の発電状態を制御する。具体的には、燃料電池 2 1 が駆動していない状態で、負荷 3 4 を起動する信号を検出した場合には、改質手段 2 3 の内部のヒータを加熱するための電力を改質手段 2 3 に供給するとともに、送出口 1 4 A との間のバルブを開放して燃料容器 1 1 からの燃料が毛細管現象により自動的に供給されるようにして、所定量の燃料を噴霧して改質手段 2 3 に供給する。また、動作制御部 2 2 は、燃料電池 2 1 が駆動している状態で、利用者が駆動停止スイッチを押すことで負荷 3 4 が駆動状態から待機状態に変位する際に伴う電位変化をモニタリング手段 1 7 が検知して出力する停止信号を受けて改質手段 2 3 に対して、燃料及び電力の供給を停止する。

【 0 0 5 7 】

一方、燃料電池 2 1 が駆動している状態で、モニタリング手段 1 7 が負荷 3 4 の駆動状態の変動を検出した場合には、燃料電池 2 1 及び改質手段 2 3 に対して、燃料電池 2 1 から負荷に供給される電気エネルギーが負荷の駆動状態に対応した適切な値となるように、モニタリング手段 1 7 が燃料電池 2 1 における電気エネルギーの発生量（発電量）を調整するための動作制御信号を動作制御部 2 2 に出力する。

【 0 0 5 8 】

ここで、動作制御部 2 2 において検出される指令等の負荷 3 4 の駆動状態に関する情報（負荷駆動情報）とは、周辺機器（負荷 3 4）側から、その駆動状態（起動／変動）に応じて出力される特定の情報信号であってもよいし、汎用の化学電池のように正（+）極と負（-）極のみにより負荷と電氣的に接続された構成

にあつては、例えば、後述する待機状態において、正（+）極と負（-）極を介し、負荷に対して常時モニタ電圧を供給して、その変動を常時監視することにより、負荷の変動を検知するものであつてもよい。

【 0 0 5 9 】

副電源部 2 5 は、燃料パック 1 0 から供給される混合液を用いて電気化学反応によって所定の電気エネルギーを常時、自立的に発生して、負荷 3 4 が待機（オフ）状態に、モニタリング手段 1 7 にモニタリング電力を出力するとともに負荷 3 4 に待機電力を供給し、そして負荷 3 4 が起動しようとする、加えて燃料電池 2 1、動作制御部 2 2、改質手段 2 3、及び空気制御部 2 4 に駆動するための電力を供給する。

【 0 0 6 0 】

ここで、副電源部 2 5 における電気エネルギーの発生方法は、例えば、燃料容器 1 1 から供給される発電用燃料を直接内部の発電セルに供給して発電する直接燃料型の燃料電池を良好に適用することができるほか、燃料容器 1 1 に封入された発電用燃料が気化する際の充填圧力を用いてタービン（発電機）を回転させて電気エネルギーを発生する力学的なエネルギー変換作用等によるもの、又、発電モジュール内に、太陽電池や生物電池、震動発電機等を備え、これらにより電気エネルギーを発生するもの、さらには、後述する燃料電池 2 1 により生成した電気エネルギーの一部を充電電池やコンデンサ等の電気エネルギー蓄積手段に蓄積し、常時、自立的に電気エネルギーを放出（放電）したもの等であつてもよい。

【 0 0 6 1 】

改質手段 2 3 は、図 3 に示すように、燃料容器 1 1 から供給された発電用燃料を気化する燃料気化器 2 3 a と、燃料気化器 2 3 a で気化した発電用燃料をヒータで加熱して水素（ H_2 ）-二酸化炭素（ CO_2 ）混合ガス（第一のガス）に変換する水蒸気改質反応器（燃料改質器） 2 3 b と、この混合ガスに微量の副生成物として含まれている一酸化炭素ガス（ CO ）を二酸化炭素ガス（ CO_2 ）に変換する水性シフト反応器 2 3 c 及び選択酸化反応器 2 3 d と、を有している。

【 0 0 6 2 】

燃料気化器 2 3 a は、燃料容器 1 1 から導入された燃料を加熱して気化し、後

述する水蒸気改質反応器 2 3 b へ送出する。燃料気化器 2 3 a は、能率よく燃料を気化するため、後述するヒータや、水性シフト反応器 2 3 c、選択酸化反応器 2 3 d、若しくは二酸化炭素吸収手段 1 2 等における反応熱を能率よく導入する構造と、この熱を外部に漏らさない断熱構造とを有する。

【 0 0 6 3 】

水蒸気改質反応器 2 3 b は、燃料容器 1 1 から、燃料気化器 2 3 a を介して導入された発電用燃料を水素 (H_2) ガスに変換する。具体的には、例えば、アルコール系の液体燃料であるメタノール (CH_3OH) が、メタノールに対して等モル量の水 (H_2O) と、均一に混合された状態で、燃料容器 1 1 から燃料燃料気化器 2 3 a を介して水蒸気改質反応器 2 3 b に供給され、この混合物が水蒸気改質反応器 2 3 b 内で化学反応式 (3) に示す反応により、第一のガスへと変換される。



【 0 0 6 4 】

水蒸気改質反応器 2 3 b は、メタノール及び水を改質するための、進行方向に直行する断面の縦、横の長さが $500 \mu m$ 以下の細い流路からなるマイクロリアクタであり、反応化学式 (3) に示した反応を能率よく進行させるための周知の触媒が流路の表面に担持されている。また、反応化学式 (3) に示した反応は吸熱反応であるので、水蒸気改質反応器 2 3 b は、この反応を能率よく進行させるため、後述するヒータ若しくは二酸化炭素吸収手段 1 2 等から熱を能率よく導入する構造と、この熱を外部に漏らさない断熱構造とを有する。

【 0 0 6 5 】

反応化学式 (3) に示した反応で生じる副生成物である二酸化炭素ガス (CO_2) は、変換後、上記二酸化炭素吸収手段 1 2 で吸着、除去される。また、化学式 (3) に示されない反応により、微量な副生成物として生じる一酸化炭素ガス (CO) は、後述する一酸化炭素除去手段である水性シフト反応器 2 3 c 及び選択酸化反応器 2 3 d により、除去される。

【 0 0 6 6 】

一酸化炭素除去手段の 1 つである水性シフト反応器 2 3 c は、水蒸気改質反応

器 2 3 b から導入した水素と二酸化炭素を主成分とする混合ガスに含まれる微量の副生成物のうち、後述する燃料電池 2 1 の発電特性に悪影響を及ぼす一酸化炭素ガス (CO) を除去するため、この一酸化炭素ガスを反応化学式 (4) に示す反応で水素ガス (H₂) と二酸化炭素ガス (CO₂) に変換する。また、水性シフト反応器 2 3 c の内部には、反応化学式 (4) に示した反応を能率よく進行させるための周知の触媒が担持されている。また、反応化学式 (4) に示す反応は発熱反応であるので、この反応熱を排出するための図示しない放熱手段を水性シフト反応器 2 3 c に設置する。



【 0 0 6 7 】

なお、反応化学式 (4) の反応に要する水 (H₂O) には燃料容器 1 1 から発電用燃料として供給される水のうち、水蒸気改質反応器 2 3 b で反応し残った水が充当されるが、この水が混合ガス中の一酸化炭素ガスに対して十分な量でない場合は、不足した分の水を水性シフト反応器 2 3 c に供給する構造を付け加えてもよい。また、水性シフト反応器 2 3 c は、化学式 (4) の反応で発生した熱を、放熱手段から排出するかわりに、燃料気化器 2 3 a 及び水蒸気改質反応器 2 3 b へ供給するものとしてもよい。

【 0 0 6 8 】

もう 1 つの一酸化炭素除去手段である選択酸化反応器 2 3 d は、反応化学式 (5) で示す反応により、一酸化炭素ガス (CO) を二酸化炭素 (CO₂) ガスへ変換する。これにより、上記混合ガスから、水性シフト反応器 2 3 c で除去し切れなかった一酸化炭素 (CO) ガスを除去して、上記混合ガス中の一酸化炭素ガス濃度を、燃料電池 2 1 の発電特性に悪影響が及ばない領域まで低める。



【 0 0 6 9 】

選択酸化反応器 2 3 d の内部には、水性シフト反応器 2 3 c から導入された混合ガスに含有されている水素ガス (H₂) を消費することなく、一酸化炭素ガス (CO) のみを選択的に反応化学式 (5) に示す反応で酸化するための周知の触媒が担持されている。

【 0 0 7 0 】

なお、反応化学式 (5) に示す反応に要する酸素 (O_2) ガスは、水性シフト反応器 2 3 c から導入された混合ガスに微量に含まれている大気由来の酸素ガスを充当するが、この酸素ガスが混合ガス中の一酸化炭素ガスに対して少ない場合は、不足した分の酸素ガスを後述する空気制御部 2 4 等から取り入れる構造を選択酸化反応器 2 3 d に付け加えてもよい。また、選択酸化反応器 2 3 d は、化学式 (5) の反応で発生した熱を、放熱手段から排出するかわりに、燃料気化器 2 3 a 及び水蒸気改質反応器 2 3 b へ供給するものとしてもよい。

【 0 0 7 1 】

動作制御部 2 2 は、燃料電池 2 1 が、所定の電気エネルギーを生成、出力するために必要な量の水素ガス (H_2) に相当した量の燃料や水等を燃料容器 1 1 から改質手段 2 3 へ供給し、水素ガスに変換して、後述する燃料電池 2 1 (図 4) の燃料極 3 1 に供給するための制御を行なう。

【 0 0 7 2 】

空気制御部 2 4 は、燃料電池 2 1 の空気極 3 2 に供給する酸素ガス (O_2) の量を制御する。動作制御部 2 2 及び空気制御部 2 4 による燃料電池 2 1 への水素 (H_2) ガス及び酸素ガス (O_2) の供給量を制御することにより、燃料電池 2 1 における電気化学反応の進行状態が制御され、電気エネルギーの発生量 (発電量) が制御される。

【 0 0 7 3 】

ここで、空気制御部 2 4 は、燃料電池 2 1 における単位時間当たりの酸素の最大消費量に相当する空気 (大気) を供給できるものであれば、燃料電池 2 1 の空気極 3 2 に供給する酸素ガスの量を制御することなく、駆動時 (定常状態) に常に供給するように設定されていてもよい。すなわち、電気化学反応の進行状態を上記動作制御部 2 2 のみで制御し、空気制御部 2 4 の代わりに通気孔を設け、燃料電池 2 1 における電気化学反応に用いられる最大消費量以上の量の空気がこの通気孔を介して、常時供給されるように構成されているものであってもよい。

【 0 0 7 4 】

燃料電池 2 1 は水素-酸素燃料電池であり、図 4 に示すように、大別して、例

例えば白金や白金-ルテニウム合金等の触媒微粒子が付着した炭素電極からなる燃料極(カソード) 3 1 と、白金等の触媒微粒子が付着した炭素電極からなる空気極(アノード) 3 2 と、燃料極 3 1 と空気極 3 2 の間に介装されたフィルム状の周知のイオン導電膜(交換膜) 3 3 と、を有して構成されている。ここで、燃料極 3 1 には、上述した改質手段 2 3 及び二酸化炭素吸収手段 1 2 を介して抽出された水素ガス (H_2) を主成分とする第二のガスが供給され、一方、空気極 3 2 には大気中の酸素ガス (O_2) が供給されることにより、電気化学反応が進行して発電が行なわれ、負荷 3 4 に対して所定の駆動電源(電圧/電流)となる電気エネルギーが供給される。

【0075】

具体的には、燃料極 3 1 に水素ガス (H_2) が供給されると、次の化学反応式(6)に示すように、上記触媒により電子 (e^-) が分離した水素イオン(プロトン; H^+) が発生し、イオン導電膜 3 3 を介して空気極 3 2 に透過するとともに、燃料極 3 1 を構成する炭素電極により電子 (e^-) が取り出されて負荷 3 4 へ供給される。



【0076】

一方、空気極 3 2 に空気が供給されると、化学反応式(7)に示すように、上記触媒により負荷 3 4 を経由した電子 (e^-) とイオン導電膜 3 3 を通過した水素イオン (H^+) と空気中の酸素ガス (O_2) ガスが反応して水 (H_2O) が生成する。



【0077】

このような一連の電気化学反応((6)式及び(7)式)は概ね $60 \sim 80^\circ C$ という比較的低温の環境下で進行する。なお、上記反応式(6)及び(7)には記載していないが、副生成物として、水の他に燃料中に存在する微量の窒素、硫黄成分から生成する窒素酸化物 (NO_x) 及び硫黄酸化物 (SO_x) が生じることがある。

【0078】

なお、上述したような電気化学反応により負荷 3 4 に供給される駆動電源（電圧／電流）は、燃料電池 2 1 の燃料極 3 1 に供給される水素ガス（ H_2 ）の量に依存する。したがって、動作制御部 2 2 によって、燃料電池 2 1 の燃料極 3 1 に供給される水素ガス（ H_2 ）の量を制御することにより、負荷に供給される電気エネルギーを任意に調節することができる。

【 0 0 7 9 】

そして、排出物回収手段 2 6 は、上述した改質手段 2 3 及び燃料電池 2 1 において、電力エネルギーを発生するための一連の化学反応に伴なって生成する副生成物のうち、少なくとも 1 種類またはそれ以上の、特定の成分または物質を分離して、上記燃料パック 1 0 に設けられた排出物保持手段 1 3 に送出する。

【 0 0 8 0 】

具体的には、本実施形態に係る発電用部材においては、改質手段 2 3 の水蒸気改質反応器 2 3 b における水蒸気改質反応（化学反応式（3））に伴なって、水素ガスとともに生成する二酸化炭素ガス（ CO_2 ）、および、燃料電池 2 1 における電気化学反応（化学反応式（6）及び（7））に伴なって、電気エネルギーの発生とともに生成する水（ H_2O ）が、改質手段 2 3 及び燃料電池 2 1 から排出される。しかし、二酸化炭素（ CO_2 ）は、改質手段 2 3 から燃料電池 2 1 に導入されることなくその大部分が燃料パック 1 0 に設けられた二酸化炭素吸収手段 1 2 によって吸着、除去されるため、水（ H_2O ）等が排出物回収手段 2 6 により回収されて排出物保持手段 1 3 に送出され、不可逆的に保持される。

【 0 0 8 1 】

ここで、燃料電池 2 1 における電気化学反応（化学反応式（6）及び（7））は、概ね常温～90℃程度で進行するため、燃料電池 2 1 において生成する水（ H_2O ）は、ほぼ水蒸気（気体）の状態では排出される。そこで、排出物回収手段 2 6 は、例えば、燃料電池 2 1 から排出される水蒸気を冷却あるいは加圧することにより、水（ H_2O ）のみを液化して、他の成分から分離、回収する。

なお、排出物回収手段 2 6 は、発電モジュール 2 0 内ではなく、燃料パック 1 0 内に設けるものとしてもよい。

【 0 0 8 2 】

この様に、本実施形態に係る発電用部材によれば、まず、燃料パック 1 0 から発電モジュール 2 0 に供給された燃料は、水蒸気改質反応器 2 3 b で第一のガスに変換される。次に、第一のガスに不純物として微量に含まれる一酸化炭素ガス (CO) が、水性シフト反応器 2 3 c、及び選択酸化反応器 2 3 d で二酸化炭素ガス (CO_2) に変換され、除去される。さらに、この混合ガスは二酸化炭素吸収手段 1 2 で導入され、二酸化炭素ガスが吸収、除去されて第二のガスとなり、燃料電池 2 1 に供給される。

【 0 0 8 3 】

最終的に燃料電池に供給される第二のガスはきわめて高濃度の水素ガス (H_2) である。よって、第一のガスが直接燃料電池に供給される従来の発電用部材に比べて燃料電池 2 1 の発電効率が向上するので、パワー密度、及びエネルギー利用効率が高く、ポータブル電源として適用可能な電源システムに用いられる発電用部材を提供することができる。また、第二のガスでは燃料電池 2 1 の燃料極 3 1 の触媒に対して触媒毒として作用する一酸化炭素ガスの濃度がきわめて低いので、燃料電池 2 1 の発電効率をさらに向上させることができる。さらに、上記二酸化炭素吸収手段 1 2、水性シフト反応器 2 3 c、及び選択酸化反応器 2 3 d は、高温、高圧な動作条件を要さないため、本実施形態に係る発電用部材を安価、且つコンパクトに作製することができる。

【 0 0 8 4 】

さらに、発電モジュール 2 0 により電気エネルギーを発生する際に生成する副生成物、例えば、二酸化炭素 (CO_2)、水 (H_2O) 等のうち、少なくとも 2 成分が燃料パック 1 0 内に設けられた二酸化炭素吸収手段 1 2 及び排出物保持手段 1 3 に保持されることにより、副生成物が燃料パック 1 0 内に不可逆的に保持されて、発電用部材外部への排出または漏出が抑制されるので、副生成物 (二酸化炭素) による自然環境の汚染や地球温暖化等を防止することができる。また、窒素酸化物 (NO_x)、硫黄酸化物 (SO_x) が生成する場合についても、水 (H_2O) とは別の排出物保持手段 1 3 に回収するようにしてもよい。

【 0 0 8 5 】

それに加えて、本実施形態に係る発電用部材においては、発電用部材に接続さ

れる負荷（デバイス）34の駆動状態（負荷駆動情報）に応じて、所定の駆動電源となる電気エネルギーの供給、停止制御、及び、電気エネルギーの発生量の調整制御を行なうことができるので、燃料電池21の発電用燃料を効率的に消費することができる。したがって、所定の電気的特性を実現しつつ、エネルギーの利用効率が極めて高い電源システムのための発電用部材を提供することができる。

【0086】

また、本実施形態に係る発電用部材においては、後述するように、本実施形態に係る発電用部材（発電モジュール）を、半導体制御技術を適用して小型軽量化し、規格化された汎用の化学電池と同等の形状になるように構成することにより、外形形状及び電気的特性（電圧／電流特性）のいずれにおいても汎用の化学電池との高い互換性を実現することができ、既存の電池市場における普及を一層容易なものとすることができる。これにより、環境問題やエネルギー利用効率等の点で課題が多い既存の化学電池に替えて、燃料電池を用いた発電用部材を容易に普及させることができるので、環境への影響を抑制しつつ、高いエネルギー利用効率を実現することができる。

【0087】

次に、本実施形態に係る燃料パック10の具体的な構成と、各構成要素相互の関係について、図面を参照して説明する。

図5は、本実施形態に係る燃料パック10の燃料容器11、排出物保持手段13と二酸化炭素吸収手段12との関係を示す概略図である。

【0088】

図5（a）に示すように、本実施形態に係る燃料パック10は、一定の容積を有し、上述したような分解性を有する高分子材料（プラスチック）により構成されているとともに、例えば、メタノール等の発電用燃料が充填された燃料容器11と、燃料容器11と隔絶するようにして設けられ、改質手段23で発電用燃料が変換されて生成した水素（ H_2 ）-二酸化炭素（ CO_2 ）混合ガスのうち、二酸化炭素を選択的に吸着、除去するための二酸化炭素吸収剤が充填された二酸化炭素吸収手段12と、排出物回収手段26から送出される水等の副生成物（特定の成分または物質）を保持するとともに、後述するように、燃料容器11の容積を

相対的に可変する袋状体である排出物保持手段 1 3 と、燃料容器 1 1 に封入された発電用燃料を動作制御部 2 2 に供給する送出口 1 4 A と、改質手段 2 3 で生成した第一のガスを二酸化炭素吸収手段 1 2 に導入するための経路である混合ガス導入部 1 5 A と、第一のガスから二酸化炭素を除去した後の水素ガス (H_2) を主成分とするガス (第二のガス) を燃料電池 2 1 へ送出するための経路である水素送出口 1 5 B と、排出物回収手段 2 6 から送出される副生成物を排出物保持手段 1 3 に取り込むための水導入部 1 4 B と、を有して構成されている。

【 0 0 8 9 】

ここで、送出口 1 4 A 及び水導入部 1 4 B は、いずれも、燃料パック 1 0 が発電モジュール 2 0 に結合された状態でのみ、発電用燃料の供給や、副生成物の取込が可能となるように、逆止弁が設けられている。これにより、燃料パック 1 0 が発電用モジュール 2 0 から取り外された状態においては、燃料容器 1 1 に封入された発電用燃料、及び排出物保持手段 1 3 に保持された副生成物は、燃料パック 1 0 の外部に漏出することがない。なお、水導入部 1 4 B に逆止弁の機能を設ける替わりに、排出物保持手段 1 3 に吸収 (吸水) ポリマー等を充填した構造を有するものであってもよい。

【 0 0 9 0 】

このような構成を有する燃料パック 1 0 において、燃料容器 1 1 に封入された発電用燃料が送出口 1 4 A を介して発電モジュール 2 0 (燃料電池 2 1) に供給されることにより、所定の電気エネルギーを発生する動作が実行されるとともに、電気エネルギーの発生に伴って生成した副生成物のうち、特定の成分または物質 (例えば水) のみが排出物回収手段 2 6 により回収されて、水導入部 1 4 B を介して排出物保持手段 1 3 に取込、保持される。

【 0 0 9 1 】

これにより、燃料容器 1 1 に封入された発電用燃料の容積が減少するとともに、相対的に、排出物保持手段 1 3 に保持される特定の成分又は物質の容積が増大する。このとき、排出物保持手段 1 3 に水吸収剤として吸収ポリマー等を充填した構成を適用することにより、回収され、取り込まれた副生成物の実質的な容積に比較して、より大きな容積を有するように排出物保持手段 1 3 の容積を制御す

ることができる。

【0092】

したがって、燃料容器11が占める空間と、排出物保持手段13が占める空間の関係は、発電モジュール20における電気エネルギーの発生（発電）動作に伴って、単に、相対的に増減するだけでなく、排出物保持手段13に保持された副生成物の量に応じて、図5（b）に示すように、所定の圧力で排出物保持手段13に内圧を掛けることにより、燃料容器11に封入された発電用燃料が加圧されることになるので、発電モジュール20への発電用燃料の供給を適切に行なうことができ、図5（c）に示すように、排出物保持手段13に保持される副生成物により、燃料容器11に封入された発電用燃料をほぼ完全になくなるまで供給することができる。

【0093】

ここで、上記反応化学式（3）、（6）、及び（7）により、1molのメタノール（ CH_3OH ）及び1molの水（ H_2O ）に対して、3molの水（ H_2O ）の水が生成するが、液体の状態では1molのメタノール（ CH_3OH ）は 40.56 cm^3 であるのに対して、1molの水（ H_2O ）は、 18.02 cm^3 であるので、燃料容器11に初期状態で封入されたメタノールを $M\text{ cm}^3$ とすると、燃料容器11内で液体燃料（メタノール（ CH_3OH ）と水（ H_2O ）との混合物）が占める容積は $1.444M\text{ cm}^3$ となる。

【0094】

そして、すべてのメタノール（ CH_3OH ）が反応すると、副生成物の水（ H_2O ）の体積は $1.333M\text{ cm}^3$ となり、初期状態の液体燃料（メタノール（ CH_3OH ）と水（ H_2O ）との混合物）との体積比が92.31%程度になるので、副生成物の容積のほとんどを水が占める場合、副生成物が生成するにしたがって、燃料パック10の燃料容器11が占める空間の容積と排出物保持手段13が占める空間の容積の和は減少するため、予め液体燃料が入らない副生成物用の空間を設ける必要がない。よって、初期状態で燃料容器11内のほとんどの液体燃料を充填することができる。

【0095】

次に、本実施形態に係る発電モジュールに適用される改質手段 2 3 の他の構成例について、図面を参照して説明する。

図 6 は、本実施形態に係る改質手段 2 3 の第二の構成例を示すブロック図である。ここでは、上述した発電用部材を含む電源システムの構成（図 1）を参照しながら説明する。

【 0 0 9 6 】

上述した改質手段 2 3 では、水蒸気改質反応器（燃料改質器）2 3 b で発生した第一のガスは、一酸化炭素除去手段である水性シフト反応器 2 3 c 及び選択酸化反応器 2 3 d を経て、燃料パック 1 0 内に設置された二酸化炭素吸収手段 1 2 へ導入される。これに対し、第二の構成例においては、水蒸気改質反応器 2 3 b で発生した第一のガスはまず、二酸化炭素吸収手段 1 2 へ導入され、二酸化炭素が吸収、除去されて第二のガスとなる。第二のガスは改質手段 2 3 へ戻され、一酸化炭素除去手段である水性シフト反応器 2 3 c 及び選択酸化反応器 2 3 d において、微量に含まれた一酸化炭素ガス（CO）が変換、除去されてから燃料電池 2 1 へ送出される。

【 0 0 9 7 】

第二の構成例の改質手段 2 3 によれば、第一のガスを一酸化炭素除去手段へ導入する前に二酸化炭素ガス（CO₂）の大部分を除去するので、水性シフト反応器 2 3 c において、反応化学式（4）に示す二酸化炭素ガス（CO₂）の発生を伴う反応が容易に進行するようになり、一酸化炭素ガス（CO）の変換、除去をより効率よく行なうことができる。また、第二の構成例の改質手段 2 3 の水性シフト反応器 2 3 c のみで、混合ガス中の一酸化炭素ガス濃度を燃料電池 2 1 の発電特性に悪影響を及ぼさない領域まで低めることができる場合には、改質手段 2 3 から選択酸化反応器 2 3 d を省くことで、改質手段 2 3 を簡略化し、小型化することができる。

【 0 0 9 8 】

ところで、第二の実施例では、一酸化炭素ガス除去の結果生成した二酸化炭素ガスが第二のガスに混入して燃料電池 2 1 に取りこまれることになる。しかし、この場合、第二のガス中の二酸化炭素ガスの濃度は 1 % に満たないので、本発明

に係る発電用部材を含む電源システムの出力及びエネルギー効率を低下させることにはならない。

【0099】

なお、上記二酸化炭素吸収手段12は、燃料パック10内に設けられるものとは限らず、発電モジュール20内に設けてもよいし、接続部14内に設けてもよい。また、接続部14は、燃料パック10は、燃料パック10に設けられるものとは限らず、発電モジュール20に設けてもよいし、燃料パック10、及び発電モジュール20とは別個独立して設けられるものであってもよい。

【0100】

＜第二の実施形態＞

次に、本発明に係る発電用部材の第二の実施形態について、図面を参照して説明する。

図7は、本発明に係る発電用部材を含む電源システムの第二の実施形態を示すブロック図である。ここで、上述した実施形態と同等の構成については、同一の名称及び符号を付して、その説明を簡略化又は省略する。

【0101】

本実施形態における発電用部材は、大別して、発電用燃料が封入された燃料パック（燃料封入部）10と、該燃料パック10から供給される発電用燃料に基づいて、電気エネルギーを発生する発電モジュール20と、を有して構成される。

【0102】

ここで、燃料モジュール20は、排出物回収手段26を有さない点を除いて、第一の実施形態に示したもの（図1、3、4及び6を参照）と同様の構成を有しているので、その説明を省略する。

【0103】

第二の実施形態の燃料パック10は、第一の実施形態の場合と同様、分解性を有する高分子材料（プラスチック）により、構成されている。また、燃料パック10は、図7に示すように、燃料容器11と、二酸化炭素吸収手段12と、排出物保持手段13と、接続部14と、排出物回収手段16と、を有して構成される。

【0104】

図8(a)は、燃料パック10の初期状態を示す。図8(a)に示すように、燃料容器11は、燃料パック10内の一端に設けられ、発電用燃料（例えば、メタノール（ CH_3OH ）と水（ H_2O ）を等モル比で混合したもの）が封入された、例えば、袋状体であり、送出口14Aが設置されている。燃料容器11は、送出口14Aを介して封入された発電用燃料を発電モジュール20へ送出する。燃料容器11は、燃料の送出にしたがって、その容積を相対的に変化させる。

【0105】

二酸化炭素吸収手段12は、改質手段23から導入された第一のガスから二酸化炭素ガスを選択的に吸収、除去し、第二のガスとして排出物保持手段13へ送出する。二酸化炭素吸収手段12は、燃料パック10内に、燃料容器11と隣接して設けられており、二酸化炭素吸収剤である水酸化カルシウム（ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ）からなる水酸化カルシウム層12A等により、構成されている。又、後述するように二酸化炭素を吸収、除去するのに伴って、燃料容器11側に新たに炭酸カルシウム層12Bが形成される。

【0106】

二酸化炭素吸収手段12の、燃料容器11側の一端には、発電モジュール20から燃料パック10へ第一のガスを送出する経路である混合ガス導入部15Aと、水・水素ガス導出部15Bが設けられている。また、第二のガスを燃料パック10から発電モジュール20へ送出する経路は、水・水素ガス導出部15B、水・水素ガス導入部15C、排出物保持手段13、及び水素送出口15D等で構成される。二酸化炭素吸収剤である水酸化カルシウムは、改質手段23で発生した第一のガスから化学反応式(2)に示す反応で選択的に二酸化炭素ガス（ CO_2 ）のみを選択的に吸着、除去し、第二のガスと水の混合物として水・水素ガス導出部15Bから後述する排出物回収手段13へ送出する。ここで、混合ガス導入部15A及び水・水素ガス15Bは、燃料モジュール20から第一のガス中に含まれた状態で導入された水素ガスを燃料パック10内に拡散させることなく、効率良く二酸化炭素を吸収、除去して、排出物保持部13へ送出するよう、同一直線上に最短距離をおいて設置される。

【0107】

排出物回収手段16は、燃料電池21における電気エネルギー発生の際に生成する副生成物のうち、水（ H_2O ）を分離、回収する。排出物回収手段16は、燃料パック10内の、二酸化炭素吸収手段12と、排出物保持手段13との間の空間に設けられており、選択的排出物吸収剤である酸化カルシウム（ CaO ）からなる酸化カルシウム層16A等で構成されている。選択的排出物吸収剤である酸化カルシウムは、反応化学式（8）で示す反応により、水を吸着して水酸化カルシウムに変化する。また、排出物回収手段16の、二酸化炭素吸収手段側の一端には水導入部14Bと、排気口14Cが設けられている。



【0108】

ここで、上述のように、選択的排出物吸収剤である酸化カルシウム（ CaO ）は、水と反応して水酸化カルシウム（ $Ca(OH)_2$ ）に変化する。さらに、この水酸化カルシウムは二酸化炭素吸収剤として再利用されて最終的に炭酸カルシウム（ $CaCO_3$ ）へ変化する。この炭酸カルシウムは無害な物質であり、焼却したり自然界へ廃棄したりしても環境破壊や汚染の原因とはならない。

【0109】

また、反応化学式（2）及び（8）に示した反応は発熱を伴うので、二酸化炭素吸収手段12で二酸化炭素ガスを吸着、除去し、排出物回収手段16で水を吸着、除去した際に発生した熱を、改質手段23における気化及び燃料改質反応や、発電システム内の一連の反応で生成した水（ H_2O ）を移送する経路の凍結防止に利用することで、本実施形態に係る発電用部材のエネルギー利用効率を高めることができる。

【0110】

さらに、酸化カルシウム（ CaO ）と水酸化カルシウム（ $Ca(OH)_2$ ）を用いることで、本実施形態に係る燃料パック10もまた、第一の実施形態に係る燃料パック10と同様、きわめて安価、且つコンパクトに作製することができる。

【0111】

排出物保持手段13は、燃料パック10内に、排出物回収手段16と隣接して

設けられる袋状体である。排出物保持手段 13 には水・水素ガス導入部 15C と、水素ガス送出部 15D が設置されている。また、水・水素ガス導入部 15C は二酸化炭素吸収手段 12 の水・水素ガス導出部 15B と接続されている。排出物保持手段 13 は、二酸化炭素吸収手段 12 から導入された水素 (H_2) ガスを主成分とする第二のガスと水 (H_2O) の混合物を水・水素ガス導入部 15C から導入し、該混合物から選択的に水 (H_2O) を保持して、第二のガスを、水素ガス送出部 15D から燃料電池 21 へ送出する。排出物保持手段 13 は、水の除去の際、水を不可逆的に保持し、水の保持に伴って、その容積を相対的に変化させる。また、排出物保持手段 13 には、上述のようにして水を除去、保持するため、水吸収剤として、例えば、吸収（吸水）ポリマー等が充填されている。このとき、水吸収剤としては、水を吸着、保持するのに伴ない、後述するようにして排出物回収手段 16、二酸化炭素吸収手段 12 及び燃料容器 11 を適切に押圧することのできる材質が適宜選択される。

【0112】

接続部 14 は、第一の実施形態の場合と同様、燃料パック 10 及び発電モジュール 20 を着脱可能に結合する構成を有する。また、接続部 14 は、燃料パック 10 及び発電モジュール 20 が、接続部 14 を介して結合されている状態でのみ、燃料パック 10 から発電モジュール 20 に発電用燃料が供給されるとともに、発電モジュール 20 から燃料パック 10 へ電気エネルギー発生に伴って生成する水が排出され、燃料パック 10 と発電モジュール 20 の間でガスの授受が行なわれる。

【0113】

次に、図 7、8 を参照して、第二の実施形態の発電用部材が電気エネルギーを発生する際の動作を説明する。

まず、燃料容器 11 に封入された発電用燃料（例えばメタノール (CH_3OH) と水 (H_2O) を等モル比で混合した混合物）は送出口 14A から発電モジュール 20 内の改質手段 23 へと送出され、反応化学式 (3) に示す反応で第一のガスへ変換される。さらに、改質手段 23 内において、この混合ガスから、微量な副生成物として含まれている一酸化炭素ガス (CO) が反応化学式 (4)、（

5) に示す反応で変換、除去される。改質手段 2 3 から排出された第一のガスは、混合ガス導入部 1 5 A から、燃料パック 1 0 内の二酸化炭素吸収手段 1 2 へ取り込まれる。

【0 1 1 4】

二酸化炭素吸収剤として水酸化カルシウム ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) が充填された二酸化炭素吸収手段 1 2 内では、反応化学式 (2) に示す反応により、第一のガスから二酸化炭素 (CO_2) が吸収、除去され、第二のガスと水の混合物となって水・水素ガス導出部 1 5 B から、水・水素ガス導入部 1 5 C へ送出され、排出物保持手段 1 3 へ取り込まれる。

【0 1 1 5】

排出物保持手段 1 3 では、上記混合物のうち、水 (H_2O) が選択的に除去され、水素ガス (H_2) を主成分とする第二のガスが水素ガス送出部 1 5 D から燃料電池 2 1 の燃料極 3 1 へと送出される。

【0 1 1 6】

水素ガス (H_2) が燃料極 3 1 へ供給された燃料電池 2 1 では、第一の実施例と同様に、反応化学式 (6)、(7) にしたがって電気エネルギーを発生する。空気極 3 2 からは、電気エネルギーの発生に伴って生成した水 (H_2O) を主成分とする廃棄物と、空気制御部 2 4 から導入され、反応に関与しなかった空気とが排出され、水導入部 1 4 B から、排出物回収手段 1 6 へと導入される。排出物回収手段 1 6 では、反応化学式 (8) に示す反応によって、廃棄物の主成分である水を吸着、除去する。このとき、選択的排出物吸収剤である酸化カルシウム (CaO) は水酸化カルシウム ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) へ変化する。水以外の廃棄物と空気は、排気口 1 4 C から発電用部材外部へ排出される。

【0 1 1 7】

発電モジュール 2 0 (燃料電池 2 1) における電気エネルギーの発生によって、燃料容器 1 1 の容積が減少するとともに、排出物保持手段 1 3 の容積が増大する。これに伴って、図 8 (b) に示すように、酸化カルシウム層 1 6 A 及び、水酸化カルシウム層 1 2 A が、排出物保持手段 1 3 によって押し出され、図 8 において左から右へと移動する。

【 0 1 1 8 】

これと併行して、排出物回収手段 1 6 では、二酸化炭素吸収手段 1 2 側の端部にある選択的排出物吸収剤（酸化カルシウム（ CaO ））が燃料電池 2 1 から送出された廃棄物と接触し、この廃棄物の成分の 1 つである水（ H_2O ）を吸着、除去して水酸化カルシウム（ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ）に変化する。この水酸化カルシウムは、排出物保持手段 1 3 の膨張によって、水酸化カルシウム層 1 2 A へ押し出されて、二酸化炭素吸収剤として再利用される。また、排出物保持手段 1 3 の膨張により、水導入部 1 4 B 近傍に酸化カルシウム層 1 6 A の未反応領域が押し出されて、引き続き水が吸収される。

【 0 1 1 9 】

二酸化炭素吸収手段 1 2 では、燃料容器 1 1 側端部の二酸化炭素吸収剤（水酸化カルシウム（ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ））が、改質手段 2 3 から導入された第一のガスと接触し、二酸化炭素ガス（ CO_2 ）を吸着除去して炭酸カルシウム（ CaCO_3 ）に変化するとともに、水（ H_2O ）を生成する。この炭酸カルシウム（ CaCO_3 ）は、炭酸カルシウム層 1 2 B を形成して、燃料容器 1 1 側へ押し出される。これによって、燃料容器 1 1 が加圧され、発電用燃料が発電モジュール 2 0 へ送出される。また、同時に水酸化カルシウム層 1 2 A の未反応領域が混合ガス導入部 1 5 A 及び水・水素ガス導出部 1 5 B の近傍に押し出されて、引き続き二酸化炭素の吸収、除去が行われる。そして、図 8（c）に示すように、燃料容器 1 1 に封入された発電用燃料がほぼ完全になくなるまで、燃料容器 1 1 への加圧は続けられる。また、上記水（ H_2O ）は、水素ガス（ H_2 ）を主成分とする第二のガスとともに排出物保持手段 1 3 へ送出される。

【 0 1 2 0 】

ここで、電気エネルギーの発生により、空気極 3 2 で生成した水（ H_2O ）は、まず排出物回収手段 1 6 で吸着されて、水酸化カルシウム（ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ）へ変化し、二酸化炭素吸収手段 1 2 を経て再び水（ H_2O ）となり、最終的に燃料電池 2 1 の燃料極 3 1 と接続された排出物保持手段 1 3 で不可逆的に保持される。

【 0 1 2 1 】

燃料電池 21 は、大気中から空気を取り込む空気極 32 側よりも、燃料極 31 側の方が、構造的に液体が漏出しづらい。よって、電気エネルギー発生の副生成物である水 (H_2O) を、最終的に燃料極 31 側で保持することで、より確実にこの水が発電システム外へ漏出することを防ぐことができる。

【0122】

また、排出物保持手段 13 が水を吸着、保持するのに伴って、排出物回収手段 16、二酸化炭素保持部 12、及び燃料容器 11 を押圧することにより、第一の実施形態同様、燃料容器 11 から発電用燃料を適切に発電モジュール 20 へ送出できるとともに、選択的排出物吸収剤（酸化カルシウム (CaO)）が水 (H_2O) を吸着して生成した二酸化炭素吸収剤（水素化カルシウム ($Ca(OH)_2$)）を、適切に水酸化カルシウム層 12A へ押し出すことができる。

【0123】

なお、第二の実施形態に係る燃料パック 10 もまた、第一の実施形態の場合と同様、図 2 に示すように、ロール状に形成して、後述する汎用の化学電池とほぼ同じ形態を有した発電システムに適用することができる。これにより、後述するようにして本実施形態に係る発電用部材を汎用の化学電池等と同じ形状に形成することが容易になる。

【0124】

また、第二の実施形態では、第一の実施形態と同様、発電モジュール 20 の改質手段 23 を、図 5 に示すように、水蒸気反応改質器 23b と水性シフト反応器 23c の間に二酸化炭素吸収手段 12 等を介した構造としてもよい。この場合、水蒸気改質反応器 23b は、混合ガス導入部 15A を介して二酸化炭素吸収手段 12 と接続し、水性シフト反応器 23c は水素ガス送出部 15D を介して排出物保持手段 13 と接続する。この場合も、第一の実施形態の場合と同様、第一のガス中の一酸化炭素ガスを効率良く除去できるとともに、改質手段 23 の構造を簡略化することができる。

【0125】

次に、本発明に係る発電用部材の適用される外形形状について、図面を参照して説明する。

図 9 は、本発明に係る発電用部材に適用される外形形状の具体例を示す概略構成図であり、図 10 は、本発明に係る発電用部材に適用される外形形状と、汎用の化学電池の外形形状との対応関係を示す概略構成図である。

【0126】

上述したような構成を有する発電用部材において、燃料パック 10 を発電モジュール 20 に結合した状態、又は、一体的に構成した状態における外形形状は、例えば、図 9 に示すように、規格化された汎用の化学電池に多用されている円筒形電池 71、72、73 や、特殊形状の電池（非円筒形電池）81、82、83 の規格に則って、これらのいずれかと同等の形状及び寸法を有するように形成されているとともに、例えば、図 3 に示した発電モジュールの燃料電池 21 の燃料極 31 及び空気極 32 が、図 9 に示す各電池形状の正（+）極及び（-）極に各々対応するように、電氣的に構成されている。

【0127】

ここで、円筒形電池 71、72、73 は具体的には、市販のマンガン乾電池やアルカリ乾電池、ニッケル・カドミウム電池、リチウム電池等にも多用され、対応する機器も多いシリンダ型（円筒形：図 9（a））や、腕時計等に利用されるボタン型（図 9（b））、カメラや電子手帳等に利用されるコイン型（図 9（c））などの外形形状を有している。

【0128】

一方、非円形電池 81、82、83 は、具体的には、コンパクトカメラやデジタルスチルカメラ等、使用する機器の形状等に対応して設計（カスタマイズ）された特殊形状型（図 9（d））や、形態音響機器や携帯電話等の小型薄型化に対応した角型（図 9（e））、平型（図 9（f））等の外形形状を有している。

【0129】

なお、上述したように、本発明に係る発電用部材に搭載される発電モジュール 20（燃料電池 21、動作制御部 22、改質手段 23、空気制御部 24、副電源部 25、排出物回収手段 26）は、既存の半導体技術を適用することにより、例えば、数ミクロンオーダーにマイクロチップ化、あるいは、マイクロプラント化することができる。また、発電モジュール 20 の発電部として、高いエネルギー

利用効率を実現することができる水素-酸素燃料電池を適用することにより、既存の化学電池と同等（又は、それ以上）の電池容量を実現するために必要となる発電用燃料の量を比較的少量に抑制することができる。

【0130】

したがって、本実施形態に係る発電用部材において、図9に示した既存の電池形状を良好に実現することができ、例えば、図10（a）、（b）に示すように、燃料パック10Aを発電モジュール20Aに結合した状態における外形寸法（例えば、長さ L_a 、直径 D_a ）が、図10（c）に示すような汎用の化学電池91の外形寸法（例えば、長さ L_p 、直径 D_p ）と略同等になるように構成することができる。

【0131】

これにより、汎用の化学電池と同一又は同等の電気的特性を有する電気エネルギーを供給することができるとともに、外形形状においても同等の形状及び寸法を備えた完全互換の発電用部材を実現することができるので、既存の形態機器等のデバイスに対して、汎用の化学電池とまったく同様に、動作電源として適用することができる。特に、発電モジュールとして燃料電池を備えた構成を適用し、かつ、燃料パックとして電気エネルギーの発生に伴う副生成物を回収、保持する手段を備え、上述した分解性プラスチック等の材料からなる構成を適用することにより、自然環境やデバイスへの悪影響を抑制しつつ、高いエネルギー利用効率を実現することができるので、既存の化学電池の投棄や埋め立て処理による環境問題やエネルギー利用効率の問題等を良好に解決することができる。

【0132】

なお、図9に示した外形形状はいずれも、日本国内で市販、又は、デバイスに付属して流通、販売されている化学電池の一例であって、本発明の適用が可能な構成例のごく一部を示したものに過ぎない。すなわち、本発明に係る発電用部材に適用可能な外形形状は、上記具体例以外であってもよく、例えば、世界各国で流通、販売されている化学電池、あるいは、小題実用化が予定されている化学電池の形状に合致し、さらには、電気的特性をも合致するように設計することができるというまでもない。

【0133】

なお、上述した実施形態においては、図示を省略したが、燃料パック10に残存する発電用燃料の量（残量）を監視するための残量検出手段を備え、該発電用燃料の残量に基づいて、燃料電池21により生成する電気エネルギー（特に、駆動電圧）を徐々に変化（低下）させるものであってもよい。このような構成によれば、本発明に係る発電用部材から出力される電気エネルギー（駆動電圧）を、化学電池における啓示的な電圧変化に対応させて変化させることができるので、化学電池を動作電源とする各種デバイスに標準的に搭載されている電池残量の通知機能を良好に動作させることができ、化学電池との互換性を一層高めることができる。

【0134】

なお、上述した各実施の形態においては、燃料としてガソリン等を用いた化学反応により生成する窒素酸化物（ NO_x ）、硫黄酸化物（ SO_x ）を回収する構成を示したが、窒素酸化物（ NO_x ）や硫黄酸化物（ SO_x ）の生成量ごく少量であるか、あるいは、発電モジュール20に窒素酸化物（ NO_x ）、硫黄酸化物（ SO_x ）を無毒な物質に分解又は改質する触媒を設ければ、排出物保持手段13に保持することなく、発電用部材の外にそのまま排気するようにしてもよい。

【0135】

この場合、燃料パック10（排出物保持手段13を含む）は、上記燃料貯蔵容器としての機能を有しつつ、特定の環境下において、元来自然界に存在し、かつ、自然を構成する物質への変換が可能な材料により構成されていることが好ましい。すなわち、燃料パック10は、例えば、自然界に投棄又は埋め立て処理された場合であっても、土壤中の微生物や酵素等の働き、あるいは、太陽光線の照射、雨水や大気等により、自然界に無害な物質（元来自然界に存在し、かつ、自然を構成する物質、例えば水と二酸化炭素等）に変換される各種の分解反応、例えば、生分解性や光分解性、酸化分解性等の分解性を有し、かつ、封入される燃料との接触により、少なくとも短期間で分解される恐れがなく、また、封入される燃料を、少なくとも短期間で燃料としての利用が不可能になるほど変質させるものではなく、さらに、外的な物理適応力に対して十分な強度を有する特性を備え

た高分子材料（プラスチック）により構成することができる。

【 0 1 3 6 】

なお、上述したように、化学電池のリサイクルによる回収率は、僅か 2 0 % 程度に過ぎず、残りの 8 0 % 程度が自然界に投棄又は埋め立て処理されている現状を鑑みると、燃料パック 1 0 の材料としては、生分解性プラスチックを適用することが望ましく、具体的には、石油系又は植物系原料から合成される化学合成型の有機化合物を含む高分子材料（ポリ乳酸、脂肪族系ポリエステル、共重合ポリエステル等）や、微生物産生型のバイオポリエステル、トウモロコシやサトウキビ等の植物系原料から抽出されるでんぷんやセルロース、キチン、キトサン等からなる天然物利用型の高分子材料等を良好に適用することができる。

【 0 1 3 7 】

また、燃料パック 1 0 が分解性を有する高分子材料により構成され、かつ、発電用材料としてアルコールや炭化水素等の自然界に存在する無害な物質に分解しやすい物質を適用することにより、仮に、自然界に投棄又は埋め立て処理された場合や、人為的な焼却処分や薬品処理等された場合であっても、自然界に対して大気や土壌、水質の汚染、あるいは、人体に対する環境ホルモンの生成等の悪影響を及ぼすことを大幅に抑制することができる。

【 0 1 3 8 】

【発明の効果】

以上説明したように、燃料封入部に封入、充填された水素を含む発電用燃料は、まず、改質手段で水素-二酸化炭素混合ガス（第一のガス）に変換される。この第一のガスは、二酸化炭素吸収手段で二酸化炭素ガスの濃度が低められて第二のガスとなり、この第二のガスが燃料電池へ供給される。

【 0 1 3 9 】

これにより、発電モジュール（燃料電池）の発電効率は大いに改善される。よって、この燃料電池を、パワー密度とエネルギー利用効率が高く、且つ、制御の容易な、可搬型又は携帯型のポータブル電源として適用することができる。

【 0 1 4 0 】

また、二酸化炭素吸収手段は、燃料封入部内に設けてもよい。

これにより、発電用燃料がなくなった（又は、少なくなった）燃料封入部を新しい燃料封入部と交換することで、同時に二酸化炭素吸着量の上限に達した（又は、二酸化炭素吸着能力が低下した）二酸化炭素吸収手段を交換することができる。

【0141】

さらに、前記二酸化炭素吸収手段は、選択的に二酸化炭素（ CO_2 ）を吸収する二酸化炭素吸収剤として酸化カルシウム（ CaO ）もしくは水酸化カルシウム（ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ）を有することとしてもよい。

【0142】

これにより、二酸化炭素吸着手段をきわめて安価に作製できるとともに、二酸化炭素の吸収、除去を簡便に行える。また、この二酸化炭素吸収手段を使用後に自然界へ投棄しても、自然環境を破壊もしくは汚染することはない。

【0143】

また、二酸化炭素の吸収で発生した反応熱を、改質手段における第一のガス発生に利用してもよい。

これにより、発電用部材自体の消費エネルギーを削減できるので、発電用部材全体の実質的な出力とエネルギー利用効率を大幅に改善することができる。

【0144】

さらに、改質手段における発電用燃料の第一のガスへの変換が水素ガスを発生する反応と、上記反応で発生する一酸化炭素を二酸化炭素に変換する反応とからなり、これら反応の間に、二酸化炭素吸収手段による二酸化炭素ガスの吸収を行なうこととしてもよい。

これにより、発電システムの出力及びエネルギー効率をさらに向上できるとともに、改質手段を簡素化することができる。

【0145】

これに加えて、燃料電池の空気極で生成した廃棄物のうち、水が排出物回収手段で酸化カルシウムと反応することにより生成した水酸化カルシウムを、二酸化炭素吸収手段の二酸化炭素吸収剤として利用してもよい。

これにより、排出物回収手段を簡素、かつ安価に作製できるとともに、発電モ

ジュール全体をコンパクトに作製することができる。

【0146】

さらに、第一のガスが二酸化炭素吸収手段に導入されることで、第一のガスは水素ガスを主成分とする第二のガスと水の混合物となるとともに、排出物保持手段でこの混合物から水が除去されて第二のガスだけが燃料電池へと送出されることとしてもよい。

これにより、燃料電池で生成した水の発電用部材の外部への漏出を確実に防止できる。

【0147】

これに加えて、排出物保持手段が水を吸収して膨張することで、排出物回収手段の酸化カルシウム層と、二酸化炭素吸収手段の水酸化カルシウム層とを燃料容器側へ押し出して、燃料パックが押圧されることとしてもよい。

【0148】

これにより、燃料容器に充填、封入された燃料は送出部を通じて効果的に発電モジュールへ送出される。さらに、排出部回収手段の酸化カルシウムと、二酸化炭素の吸収手段の水酸化カルシウムを効率良く利用できる。

【0149】

また、水の吸収の際に発生する熱を前記燃料電池から排出される水の経路の凍結防止に利用することとしてもよい。

これにより、発電システムの出力とエネルギー利用効率をさらに向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明に係る発電用部材を含む電源システムの第一の実施形態を示すブロック図である。

【図2】

本発明に係る発電用部材に適用される燃料パックの外形形状の一例を示す概略構成図である。

【図3】

本発明に係る発電用部材に適用される改質手段の一実施形態を示すブロック図である。

【図 4】

本発明に係る発電用部材に適用される燃料電池の構成例を示す概略構成図である。

【図 5】

第一の実施形態に適用される燃料封入部内の燃料容器、排出物保持手段、及び二酸化炭素保持部の関係を示す概略図である。

【図 6】

本発明に係る発電用部材に適用される改質手段の他の実施形態を示すブロック図である。

【図 7】

本発明に係る発電用部材を含む電源システムの第二の実施形態を示すブロック図である。

【図 8】

第二の実施形態に適用される燃料封入部内の燃料容器、排出物保持手段、二酸化炭素保持部、及び排出物回収手段の関係を示す概略図である。

【図 9】

本発明に係る発電用部材に適用される外形形状の具体例を示す概略構成図である。

【図 1 0】

本発明に係る発電用部材に適用される外形形状と、汎用の化学電池の外形形状の対応関係を示す概略構成図である。

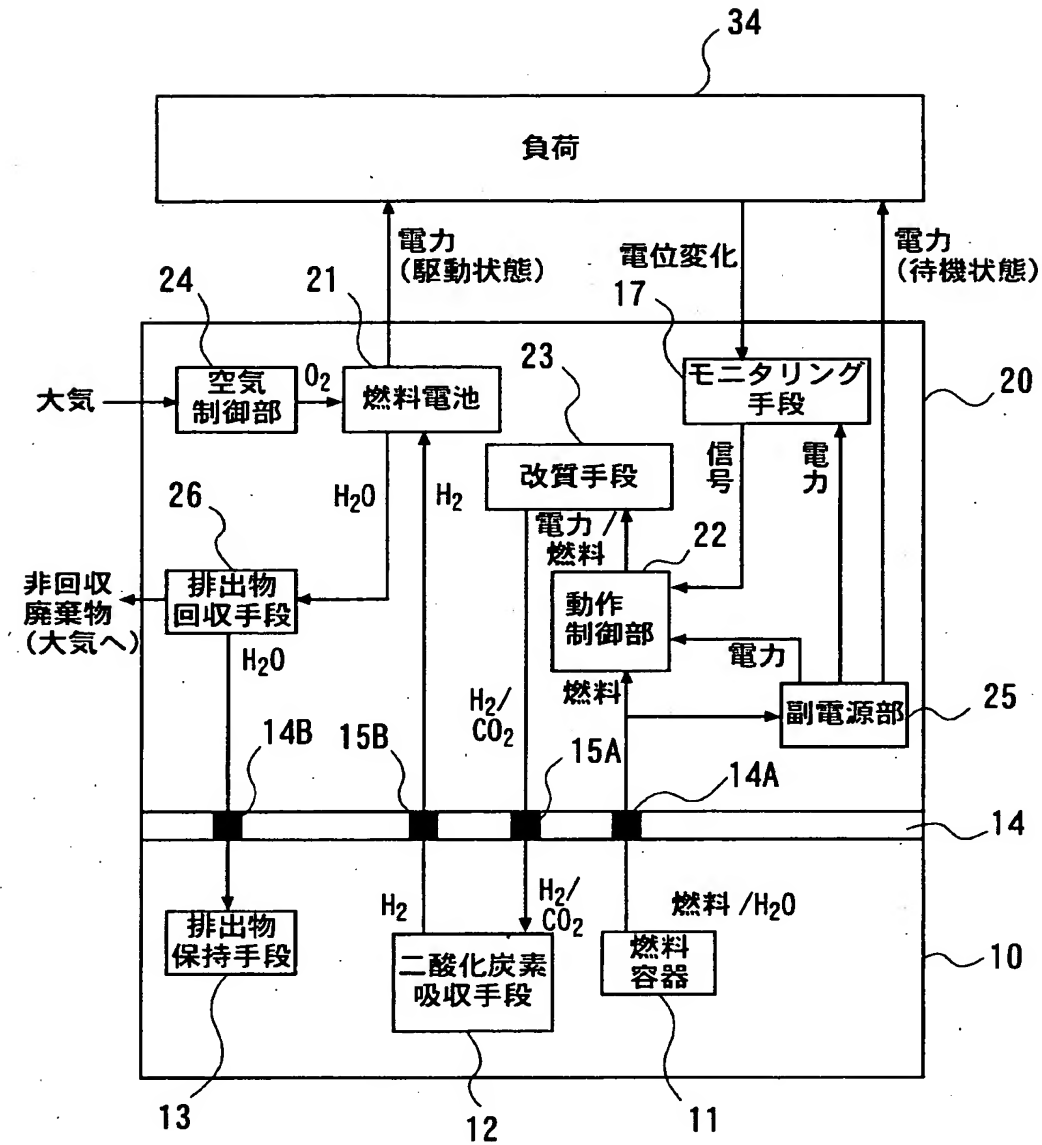
【符号の説明】

- | | |
|-----|--------------|
| 1 0 | 燃料パック（燃料封入部） |
| 1 1 | 燃料容器 |
| 1 2 | 二酸化炭素吸収手段 |
| 1 3 | 排出物保持手段 |

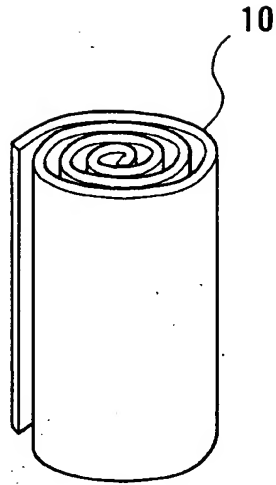
1 4	接続部
1 6、2 6	排出物回収手段
2 0	発電モジュール
2 1	燃料電池
2 3	改質手段
2 3 a	燃料気化器
2 3 b	水蒸気改質反応器
2 3 c	水性シフト反応器
2 3 d	選択酸化反応器

【書類名】 図面

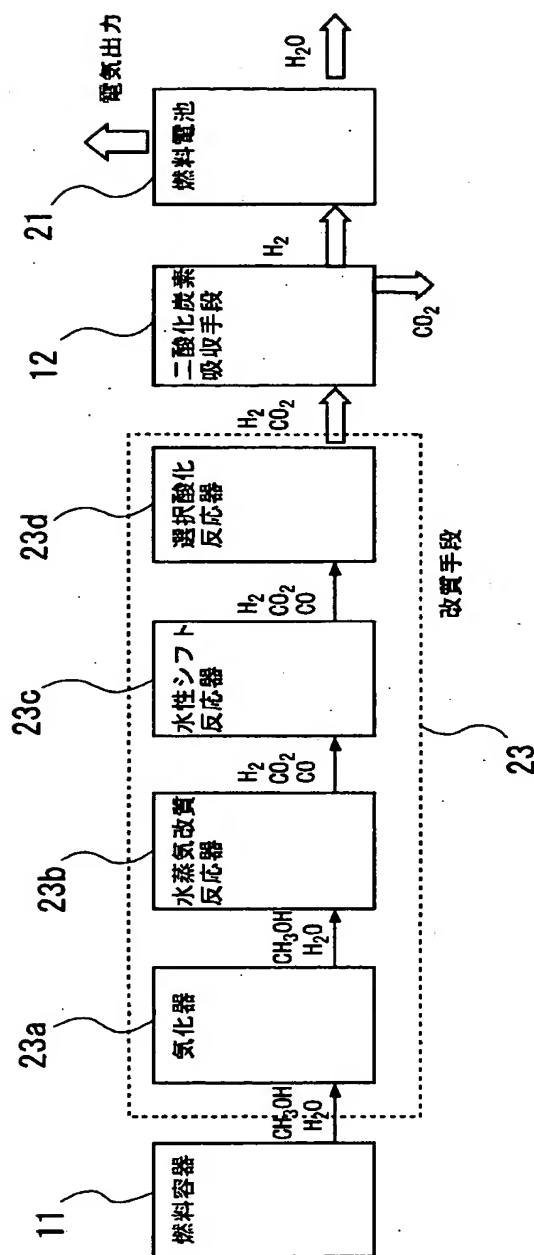
【図 1】



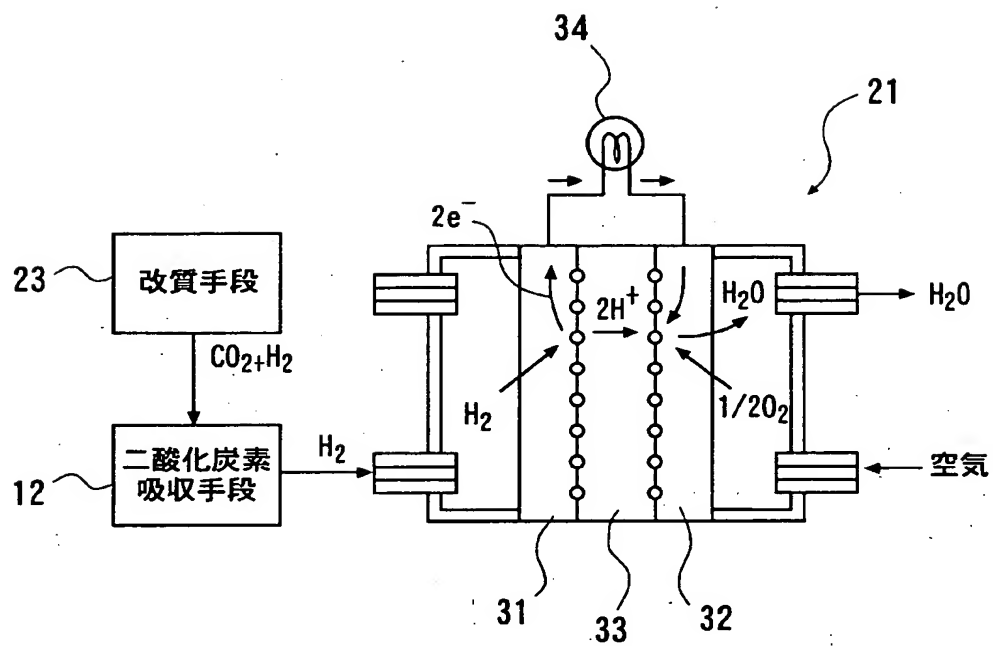
【図 2】



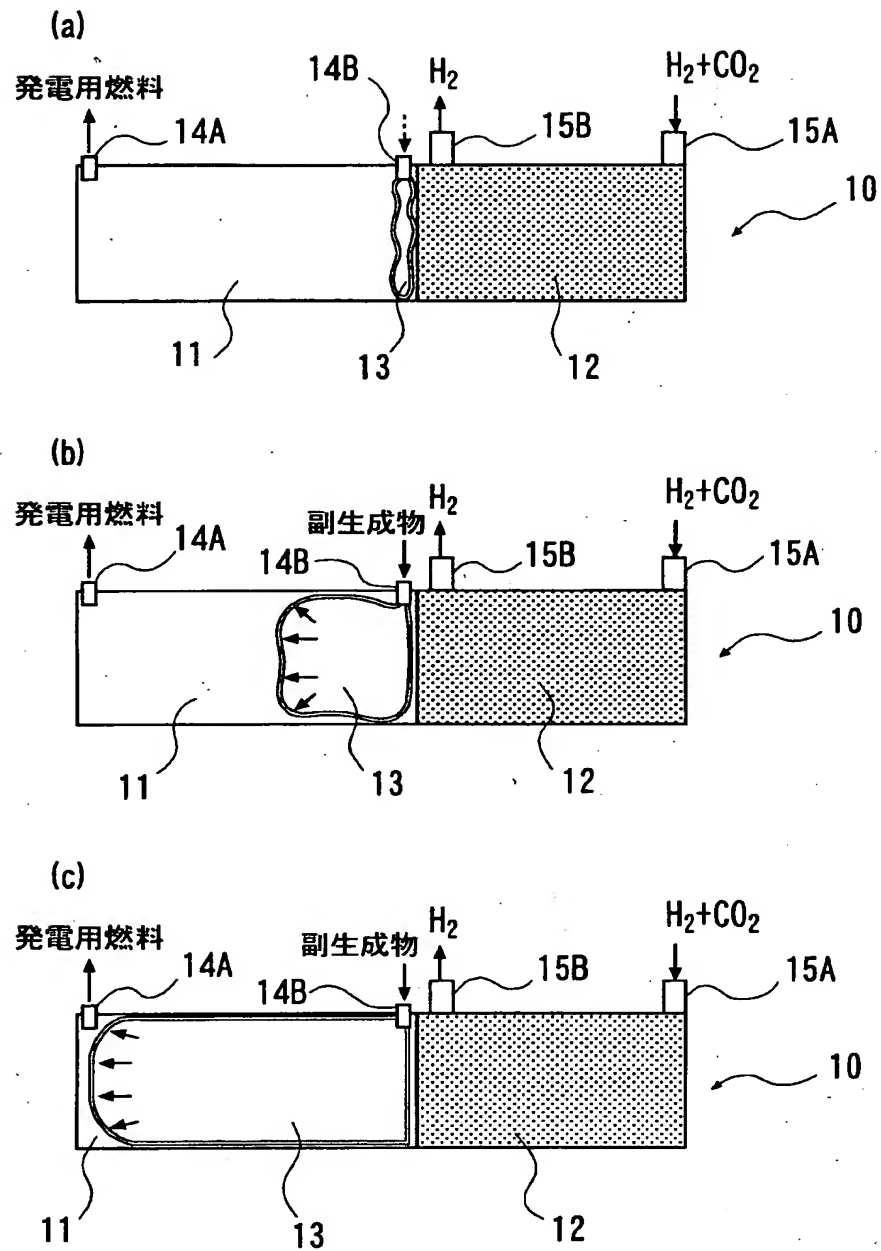
【図3】



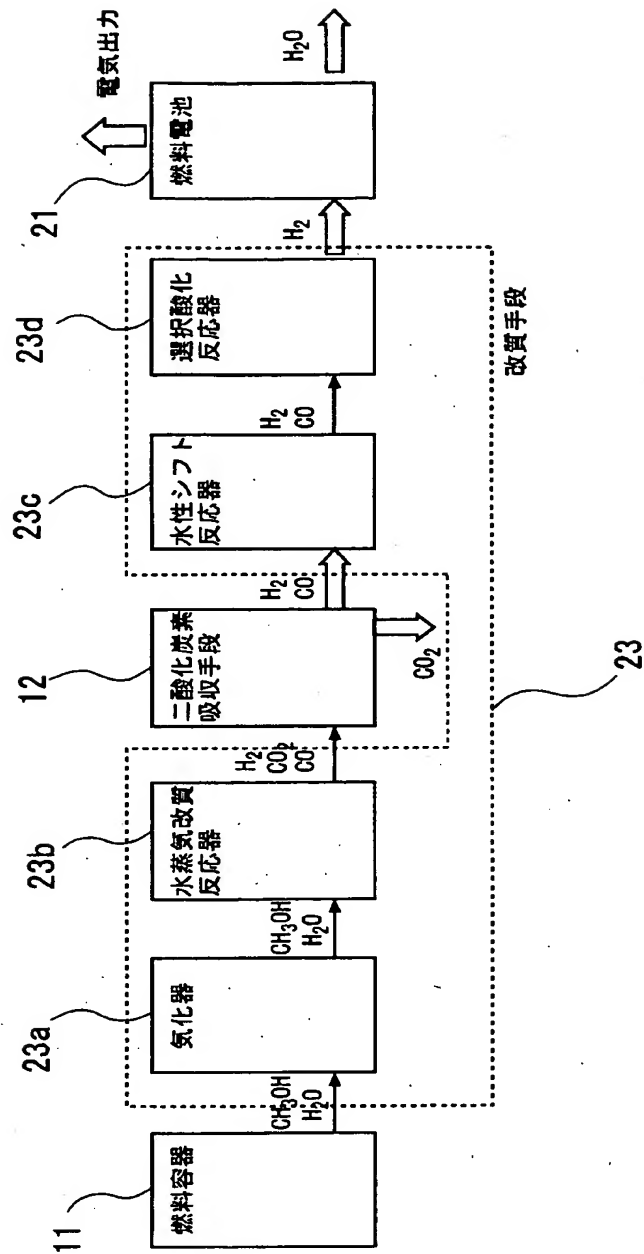
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【図 7】

